

Die Bedeutung von Schafmilch für die menschliche Ernährung

**unter Berücksichtigung des Angebotes
auf dem Bio-Markt**

Brigitte Kengeter

Schriftenreihe des Arbeitskreises für Ernährungsforschung
Band 2

Literaturrecherche 2004
für den Arbeitskreis für Ernährungsforschung e.V.
Niddastr. 14, D-61118 Bad Vilbel

Inhalt

1	Einleitung.....	5
2	Schafhaltung und Gewinnung von Schafmilch.....	6
2.1	Haltungsformen.....	6
2.2	Gewinnung von Schafmilch.....	6
2.3	Fortpflanzung	8
3	Einflussfaktoren auf Milchmenge und Milchinhaltsstoffe ...	8
3.1	Schafressen	9
3.2	Fütterung	11
3.3	Alter der Schafe und Laktation	13
3.4	Hygiene	15
3.4.1	Klauenpflege	15
3.4.2	Parasiten	16
3.4.2.1	Innenparasiten	16
3.4.2.2	Außenparasiten.....	16
4	Zusammensetzung der Milch	16
4.1	Wasser, Proteine, Fett, Kohlenhydrate.....	16
4.1.1	Proteine	18
4.1.1.1	Molkenproteine.....	18
4.1.1.2	Caseine	20
4.1.1.3	Aminosäuren.....	21
4.1.1.4	Biologische Wertigkeit	23
4.1.1.5	Ernährungsphysiologischen Bedeutung der Proteine	23
4.1.1.5.1	Verdaulichkeit der Proteine	23
4.1.1.5.2	Schafmilch und das Allergierisiko	24
4.1.2	Zusammensetzung des Fettes	26
4.1.2.1	Cholesterin	29
4.1.2.2	Größenverteilung der Fettkügelchen	30
4.1.2.3	Verdaulichkeit des Milchfettes	30
4.1.2.4	Diskussion Fette.....	31

4.1.2.4.1	Diskussion Linolsäure	32
4.1.3	Kohlenhydrate	32
4.2	Vitamine und Mineralstoffe	34
4.2.1	Vergleich ausgewählter Vitamine in Kuh- und Schafmilch	34
4.2.2	Bedarfsdeckung ausgewählter Vitamine bei Erwachsenen	36
4.2.3	Bedarfsdeckung ausgewählter Vitamine bei Kindern (1-15 Jahre)	38
4.2.4	Bedarfsdeckung ausgewählter Vitamine bei Säuglingen	40
4.2.5	Diskussion Vitamine	41
4.3	Mineralstoffe und Spurenelemente	46
4.3.1	Bedarfsdeckung von Mineralstoffen und Spurenelementen bei Erwachsenen	47
4.3.2	Bedarfsdeckung von Mineralstoffen und Spurenelementen bei Kindern (1-15 Jahre)	49
4.3.3	Bedarfsdeckung von Mineralstoffen und Spurenelementen bei Säuglingen	50
4.3.4	Diskussion Mineralstoffe	52
4.4	Bedeutung der Orotsäure (Vitamin B ₁₃)	58
4.4.1	Vorkommen und Bedarf	60
4.5	Bedeutung anderer relevanter Inhaltsstoffe (Amygdalin)	61
5	Schafmilchprodukte und deren Bedeutung im konventionellen und Bio Markt.....	62
5.1	Butter	63
5.2	Milcherzeugnisse	64
5.3	Käse	64
6	Zusammenfassung	66
7	Nachwort	70
8.1	Literaturhinweise	71
8.2	Tabellenverzeichnis:	74
8.3	Stichwortverzeichnis	76

1 Einleitung

Schafe und Ziegen zählen zu den ältesten Haustieren der Menschheit und wurden schon vor über 9000 Jahren domestiziert. Aufgrund der vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten und des geringen Anspruchs an Fütterung und Haltung verbreitete sich die Schafhaltung weltweit, wobei 50 % des Welschafbestandes in Entwicklungsländern zu finden ist.

Die Vielseitigkeit der Schafe besteht in der Verarbeitung von Wolle, Fleisch, Milch und dem Einsatz in Landschaftsschutzgebieten.

Neben der Schafwolle ist besonders die Fleischerzeugung von Bedeutung, da im Gegensatz zum Rind- und Schweinefleisch für Schaffleisch in keiner Religion ein Tabu besteht. Das Schaf wird besonders im Norden Deutschlands in der Landschaftspflege eingesetzt, um Deichgras und Wiesen kurz zu halten. Von großem Vorteil ist seine Anspruchslosigkeit. Schafmilch bietet in einigen Gebieten der Welt die einzige Quelle für Milch, um die Bevölkerung in vielen Ländern Nordafrikas und im vorderen Orient (35, 37) zu versorgen. In Europa zählen Griechenland, Frankreich, Italien und Spanien zu den führenden Ländern der Schafmilchproduktion. Der Bestand an Schafen in Griechenland betrug 1982 ca. 4,7 Millionen mit einer Milchproduktion von 558.272 t Milch (41). Davon wird die Hälfte in Molkereien verarbeitet. Die gewonnene Milch wird weitgehend zu den bekannten Käsesorten wie Feta in Griechenland und Roquefort in Frankreich verarbeitet. In Italien konzentriert sich die Schafhaltung auf die Gegend von Rom, Sardinien und Sizilien. Hier wird die Milch zu Käse wie Pecorino verarbeitet und exportiert.

Die Nachfrage nach Schafmilchprodukten in Deutschland ist in den letzten Jahren gestiegen, was zum einen auf die Übernahme von Verzehrsgewohnheiten zugewandeter Arbeitskräfte aus den süd- und osteuropäischen Ländern zurück zu führen ist (42). Auch Urlauber, die in den Mittelmeerländern Schafmilchprodukte kennen gelernt haben, steigern den Verbrauch. Daneben hat die Nachfrage nach Schafmilch als Alternative bei Kuhmilchallergie zugenommen. Durch die stärkere Verbreitung der Direktvermarktung landwirtschaftlicher Produkte gelingt es Verbrauchern heute besser, Schafmilch und Schafmilchprodukte zu erhalten.

2 Schafhaltung und Gewinnung von Schafmilch

2.1 Haltungsformen

In der Schafhaltung gibt es drei Haltungsformen.

1. Wanderschäferei mit ca. 18,3 % des Schafbestandes. Die Schafe machen einen jahreszeitlichen Standortwechsel, wobei die Weideplätze oft weit auseinander liegen.
2. Standortgebundene Hüttehaltung mit ca. 39,6 % des Schafbestandes, bei der nahe gelegene Weiden genutzt und die Tiere im Winter aufgestallt werden.
3. Koppel- und Einzelschafhaltung mit ca. 42,1 % des Schafbestandes. Hier werden die Schafe in umzäunten Weideflächen gehalten. Es werden entweder Standweiden (ständige Beweidung einer Parzelle) oder Umtriebsweiden (turnusmäßiger Wechsel zwischen Weiden und Mähen) gewählt (1).

Milchschafe sind empfindlich gegen Nässe und Hitze. Im Sommer werden die Tiere sowohl im Stall als auch auf der Weide gehalten, im Winter bleiben sie drinnen. Die Ställe können umfunktionierte alte Kuhställe oder Scheunen sein, in denen die Tiere auf Streu gehalten werden. Da Schafe viel Frischluft haben müssen, sollten diese Ställe zum Südosten größere Öffnungen haben. Offenfrontställe, die gegen Ost/Südost geöffnet und somit luftig, hell und trocken sind oder Weideställe, bei denen die Schafe jederzeit zwischen Stall und Weide pendeln können, sind sehr beliebt. Als Streu eignen sich Stroh und getrocknetes Gras von Streuwiesen. Es muss regelmäßig nachgestreut werden, damit die Oberfläche sauber und trocken bleibt. Die Anbindehaltung ist bei Schafen nicht üblich. Milchschafe sind Gruppentiere und brauchen die Sozialkontakte sowie genügend Platz im Stall. Bei zu engen Platzverhältnissen sind die Tiere nicht mehr robust, was sich in sinkenden Milchleistungen bemerkbar macht (43).

2.2 Gewinnung von Schafmilch

Die Laktationsperiode des Schafes ist abhängig davon, wie intensiv die Schafe gehalten und gefüttert werden. In der Regel beträgt die Laktation 150 bis 180 Tage, wobei das Schaf im Durchschnitt 200-400 Liter

Milch gibt (11). Die auf Milchleistung gezüchteten Schafe erbringen Jahresdurchschnittswerte von 540-650 kg, wobei die Laktationsdauer acht Monate beträgt (35). Die tägliche Milchleistung beträgt durchschnittlich 0,8-1,8 Liter.

Muttertiere werden zweimal täglich in einem Melkrhythmus von 12 Stunden gemolken. (Lämmer säugen bis zu vierzig mal pro Tag).

Der Melkstand hat je nach Herdengröße zwischen 2×2 bis 2×24 Plätze, wobei auf jeweils zwei Plätze ein Melkzeug fällt. In einer Stunde werden zwischen 100 bis 300 Schafe gemolken, das reine Maschinenmelken nimmt pro Tier 1 bis 2 Minuten in Anspruch.

Das Schaf ist während des Melkens mit dem Hinterteil dem Melker zugewandt, und das Melkzeug wird von hinten angehängt. Als Lockmittel für das Schaf, den Melkstand zu betreten, dient Kraftfutter.

Der Pulsator für Schafsmelkanlagen läuft doppelt so schnell wie bei Kühen (ca.120 Doppeltakte/Minute) und ist ungefähr der Frequenz des Lammes beim Saugen nachempfunden. Generell eignen sich Schafe sehr gut zum Maschinenmelken. Da das Euter der Schafe nicht so einheitlich ausgeprägt ist wie bei der Kuh (es gibt fünf Euterformen), ist Sorgfalt geboten, das Euter richtig auszumelken.



Die Euter sind vor dem Melken mit einem trockenen oder feuchten Lappen abzuwischen, wobei pro Schaf der Lappen nur einmal verwendet werden darf, da die erste Milch keimreich ist. Auch bei der Reinigung des Melkgeschirres ist darauf zu achten, dass Schläuche und Röhren nicht zu heiß gespült werden, weil die sehr fett- und eiweißreiche Milch sonst durch Eiweißgerinnung die Röhren blockiert (11). Nach Literaturangaben sind Schafe anfällig gegen subklinische Mastitis, überwiegend hervorgerufen durch pathogene Staphylokokken. Durchschnittlich sind

7-15 % der Mutterschafe einer Herde an subklinischer Mastitis erkrankt. Besonders Milchschafe mit hoher Milchleistung haben ein Risiko Mastitis zu bekommen (39).

2.3 Fortpflanzung

Schafe zeigen stark saisonales Brunstverhalten. Sie sind schon im Alter von 12 Monaten geschlechtsreif und zeichnen sich durch eine hohe Fruchtbarkeit aus. Mehrlingsgeburten sind die Regel. Nach einer Tragzeit von etwa 145 Tagen bringen Schafe durchschnittlich Zwillinge zur Welt – auch Drillinge sind häufiger als Einlinge. Die Muttertiere lammen zum größten Teil von Anfang Februar bis Mitte März ab. Nach der Kolostralmilchphase, welche 10-14 Tage dauert, werden die Lämmer von den Müttern abgesetzt und künstlich mit Milchaustauschprodukten aufgezogen, bis sie drei Monate alt sind (11). Bei den Milchaustauschprodukten handelt es sich entweder um frische Kuhmilch oder um Lämmermilchpulver. Die Lämmer werden schon sehr schnell von der Mutter entwöhnt, damit in der relativ kurzen Laktationszeit die Schafmilch zu Milchprodukten weiterverarbeitet werden kann.

Eine ganzjährige Milchproduktion ist aufgrund des strengen saisonalen Brunstverhaltes des Tieres schwierig, von Verbrauchern aber gewünscht. Es ist jedoch möglich, seine Herde zu teilen, wobei ein Teil sehr früh, der andere Teil sehr spät gedeckt wird und somit eine Gleichmäßigkeit der Produktion zustande käme. Eine weitere Möglichkeit bietet die Kreuzung eines Milchschafer mit einer asaisonalen Schafrasse wie Berg-, Stein- oder Merinoschaf. Damit ist zwar die Milchleistung nicht mehr so hoch, aber man könnte eine ganzjährige Milchproduktion anstreben und hätte zudem noch Schafe, die weniger empfindlich als Milchschafe wären (40).

3 Einflussfaktoren auf Milchmenge und Milchinhaltsstoffe

Haupteinflussfaktoren auf die Milchmenge und Milchinhaltsstoffe sind Rasse, Fütterung, Laktationsstadium, Alter und Hygiene (35).

3.1 Schafrassen

Schafe werden zur Erzeugung von Fleisch, Wolle, Milch gehalten oder zur Landschaftspflege eingesetzt. Je nach Nutzungsziel werden sie in vier Rassengruppen zusammengefasst: Merinoschafe, Fleischschafe, Milchschafe und Landschafts-.

Hauptwirtschaftsfaktor ist die Erzeugung von Qualitätslammfleisch, wobei 98 % der Erlöse aus der Lammfleischerzeugung und nur 2 % aus der



Erzeugung von Wolle und Fellen kommen. Rassen, die für die Fleischproduktion gehalten werden, sind überwiegend Fleischschafe wie das deutsche **schwarzköpfige Fleischschaf** (mit ca. 17 % die zweitgrößte Schaf- rasse Deutschlands), das **Texelschaf** (8,6 % des deutschen Schafbestandes), die sich alle durch gute Schlachtkörperqualität auszeichnen. Je nach Haltungsform und Standort sind sie mehr oder weniger widerstandsfähig und klimatisch anpassungsfähig. Auch das **Merinolandschaf**, welches mit 30,1 % die größte Schafrasse Deutschlands ist, zeigt gute Fleischleistung und zugleich gute Wollproduktion.

Als einzige Milchschafrasse wird das **ostfriesische Milchschaaf** erwähnt (4 % des deutschen Schafbestandes), welches in ganz Deutschland verbreitet ist mit Schwerpunkten in Nordrhein-Westfalen, Sachsen und

Weser-Ems-Gebiet. Das Milchschaft ist frühreif und sehr fruchtbar. Zwillingsgewürfen sind die Regel. Das Euter soll kahl oder fein behaart, geräumig und breit angesetzt sein mit nicht zu kleinen, kräftigen nach unten gerichteten Zitzen. Die durchschnittliche jährliche Milchleistung beträgt 600 kg je Tier. Es zeigt ein streng saisonales Brunstverhalten. Vom ostfriesischen Milchschaft gibt es zwei Farbschläge: Weiß und schwarzbraun, wobei überwiegend weiße Tiere gezüchtet werden. Daneben wird noch das **Wilstermarsch-Schaft** erwähnt, welches ebenfalls für die Milchproduktion gehalten wird aber kaum verbreitet ist (1). Mittlerweile nimmt das französische **Lacaune-Milchschaft** immer stärkeren Einzug in deutsche Milchschaftbetriebe. Im Gegensatz zum *deutschen Milchschaft*, welches in kleinen Gruppen von bis zu 20 Tieren gehalten werden kann, bevorzugt das *Lacaune-Milchschaft* Herden mit Größen ab 300 Tiere. Es stammt ursprünglich aus dem Gebiet um Roquefort. Die Schafe sind weiß und haben nur auf dem Rücken Wolle. Außerdem zeigen sie im Gegensatz zum *deutschen Milchschaft* kein saisonales Brunstverhalten, sondern können das ganze Jahr lammen.



Generell ist das Schaf ein sehr sensibles und stressanfälliges Tier, das auf zu milchleistungsorientierte Haltung mit dem Verlust an Widerstandsfähigkeit und Gesundheit reagiert. In der Schafzucht sollte also nicht nur auf eine optimale Milchleistung geachtet werden, sondern auch auf den Erhalt der Widerstandsfähigkeit.

In der Landschaftspflege werden Schafe vor allem an weniger ertragreichen Standorten wie zum Beispiel in der Heide, in Bergregionen oder auf Deichen eingesetzt. Die Landschaftsrassen wie die Heidschnucken (2,1 % des deutschen Schafbestandes), deutsches Bergschaf (1,3 %), Rhönschaf (0,5 %) zeichnen sich durch ihre Widerstandsfähigkeit gegen extremes Klima (Unempfindlichkeit gegen Nässe, Feuchtigkeit) und Genügsamkeit aus (1). Die Lebenserwartung beträgt 6 bis 10 Jahre (2).

3.2 Fütterung

Als Wiederkäuer muss das Milchschaaf mindestens 60 % der Futtertrockenmasse als Raufutter erhalten und bekommt Futtermittel wie Gras, Klee-grasgemenge, Grassilage, Zwischenfrüchte, Zuckerrübenblatt, Heu und Stroh als rohfaserreiches Futter (Raufutter); Hafer, Gerste, Weizen und anderes Kraftfutter. Dieses kann ein selbst gemischtes Futter sein, bestehend aus je $\frac{1}{3}$ Getreide, melassierte Trockenschnitzel und Soja-schrot. Durch sein Vormagensystem, welches aus drei Kammern besteht (Pansen, Netz- und Blättermagen) können Schafe faserreiche Futterpflanzen veredeln, ohne auf eine Zufütterung hochwertiger tierischer Eiweiße angewiesen zu sein. Bei höherer Milchleistung muss allerdings Kraftfutter zugefügt werden.

Wichtig ist das Säureverhältnis im Pansen, das zwischen pH 6,3-7,0 liegen soll, um fütterungsbedingten Krankheiten vorzubeugen. Zum Erreichen dieses pH-Wertes muss ein Mindestrohfasergehalt im Pansen vorhanden sein. Futterrationen sollten somit zwischen 18-22 % Rohfaser in der Trockenmasse enthalten.

Größere Mengen kohlenhydratreicher Futtermittel wie Getreide, Melasseschnitzel, Zuckerrüben sind zu meiden, um einer Pansenazidose vorzubeugen, bei der der pH-Wert des Pansens aufgrund überhöhter Milchsäurebildung unter pH 5 fällt.

Das Futter sollte auch kupferarm sein (kein kupferhaltiges Kraftfutter verabreichen), da der Kupferbedarf des Tieres nur bei 8-10 mg je Tag

liegt. Überschüssiges Kupfer wird in der Leber gespeichert, in Stresssituationen ins Blut abgegeben und kann zur Kupfervergiftung führen. Das Calcium-Phosphor-Verhältnis im Futter der Schafe sollte bei 2:1 liegen, um Harnsteinen vorzubeugen. Liegt das Verhältnis unter 2:1 (bei hohen Getreideanteilen) kann es zur Verstopfung der S-förmig geschwungenen Harnröhre kommen (2).

Der Milchschaftbetrieb von Landwirt *Mechelhoff* aus Garrel (Weser/Ems) füttert beispielsweise Mais-Futterrüben-Mischsilage und bezieht zusätzlich Kraftfutter für Zucht- und Milchschafe, das 18 % Rohprotein, 9,8 % Rohfaser und kein Kupfer enthält (12). Demeter- und Bioland-Betriebe müssen ihr Kraftfutter für Wiederkäuer weitgehend selbst erzeugen.

Um den Einfluss des Futters auf die Inhaltsstoffe der Milch zu untersuchen, wurden verschiedene Versuche mit zum Teil exotischen Futtermitteln an Wiederkäuern durchgeführt. Es ergaben sich folgende Zusammenhänge:

Der Einfluss der Fütterung auf den **Fettgehalt** der Milch zeigte sich in Versuchen, bei denen Ziegen und Schafe als Zusatzfutter Kokoskuchen bekamen und der MilCHFettgehalt anstieg. Versuche, bei denen Palmkernkuchen verfüttert wurde, zeigten keine so eindeutigen Ergebnisse. Da Palmkernkuchen nicht so gerne von den Tieren gefressen wurde, kann auch der geringere Verzehr zu den diesen Ergebnissen geführt haben (26).

Generell besteht eine positive Korrelation zwischen dem Anteil an ungesättigten Fettsäuren im Futterfett und dem im MilCHFett bei Kühen. Die mehrfach ungesättigten Fettsäuren im MilCHFett sind jedoch stark reduziert. Dies ist darauf zurückzuführen, dass sie von der Pansenmikroflora der Wiederkäuer zu einem erheblichen Anteil hydriert werden (3).

Sowohl Silagefütterung in den Wintermonaten als auch eine bestimmte Zusammensetzung des Kraftfutters führt bei Kühen zu einem erhöhten Anteil an ungesättigten Fettsäuren im MilCHFett (3).

In den Sommermonaten nimmt wegen des Weideganges der Gehalt an C18-Fettsäuren im MilCHFett zu, vor allem Öl- und Linolsäure, der Anteil an Palmitinsäure sowie an kurz- und mittelkettigen Fettsäuren ist reduziert (3).

In Kuhmilch unterliegen die Anteile der einzelnen **Eiweißfraktionen** jahreszeitlichen Schwankungen. In wärmeren Jahreszeiten wird vom

tierischen Organismus weniger, aber hochwertiges Eiweiß gebildet, das einen höheren Anteil an essentiellen Aminosäuren aufweist. (3)

Eine an *Schafen* durchgeführte Fütterungsstudie von 1976 zeigte, dass der **Caseingehalt** der Milch von Schafen, die auf intensiv mit Stickstoff gedüngten Weiden gehalten wurden, von 50 % auf 46 % abnahm, der **Molkenproteingehalt** von 0,89 % auf 1,53 % zunahm (37).

Dies zeigt wie beeinflussbar die Eiweißzusammensetzung der Milch ist und wie sorgfältig die Fütterung bedacht werden sollte.

Der Gehalt an Vitaminen wie **Carotin** und **Vitamin A** in Kuhmilch kann deutlich durch die Fütterung beeinflusst werden durch Weideaustrieb, Silagefütterung oder direkte Carotingaben. Ähnliches gilt für **Vitamin E**, dessen Anteil in der Milch durch Fütterung eines mit Tocopherol angereicherten, eingekapselten Futteröls erhöht werden konnte. **Ascorbinsäure** ist dagegen von der Fütterung unabhängig wie auch **Vitamin D**, letzteres wird im Organismus unter Einfluss von UV-Strahlung gebildet. Daher zeigen sich in den Sommermonaten erhöhte Vitamin D Werte in der Kuhmilch. Generell ist so in den Sommermonaten durch den Weidegang ein höherer Gehalt an Carotin, Vitamin A, D und E in Kuhmilch festzustellen (3).

Der Gehalt an **Mineralstoffen** in Kuhmilch kann durch Fütterung kaum beeinflusst werden. Calcium, Phosphor, Natrium und Chlor zeigen zum Ende der Laktationsperiode eine steigende Tendenz (3).

Die Fütterung hat bei einigen **Spurenelementen** einen Einfluss auf den Gehalt in der Kuhmilch. Kobalt, Brom, Aluminium, Mangan, Molybdän steigen in ihrem Gehalt bei erhöhter Aufnahme durch das Futter der Kühe; Eisen, Nickel, Arsen erhöhen sich nicht (3).

Da auch das Schaf zu den Wiederkäuern gehört, sind ähnliche Ergebnisse wie bei den Versuchen mit Kühen zu erwarten. Weitere Studien außer der genannten (37) konnten aber nicht gefunden werden.

3.3 Alter der Schafe und Laktation

Die Milchmenge der Schafe ist abhängig von der Phase der Laktation, der Anzahl der Laktationen eines Mutterschafes und der Anzahl der Lämmer.

Peters und *Bredno* (5) stellten fest, dass Schafe nach Beendigung der Biest-

milchphase die höchste Milchmenge pro Tag in der Laktationsperiode erbrachten, dann sank sie kontinuierlich ab.

In der ersten Laktationsperiode erreicht die Milchmenge der Schafe 82 % der Leistung von Tieren mit zwei und mehr Laktationen. Erstlaktierende Schafe hatten eine Milchleistung von 1,69 kg/Tag (= 456,3 kg/Laktationsperiode), zweit- und mehrlaktierende Schafe gaben 2,07 kg Milch/Tag (= 558,9 kg/Laktationsperiode). Die Milchmenge ist auch abhängig von der Anzahl der geborenen Lämmer pro Wurf. Mutterschafe mit einem Lamm geben 0,76 kg Milch/Tag, solche mit zwei Lämmern 1,48 kg/Tag, die mit drei Lämmern 1,81 kg Milch pro Tag. Die Milchleistungen über die gesamte Laktationsperiode steigen somit mit steigender Zahl geborener Lämmer/Wurf.

Der *Fettgehalt* erstlaktierender Schafe ist im Durchschnitt höher (5,7 %) als bei Schafen der zweiten bis fünften Laktation (5,3 %), jedoch bei geringerer Milchmenge (5). Am Beginn der Laktation liegt er bei Schafen der zweiten bis fünften Laktationsperiode niedrig (3,53 %) und erhöht sich zum Laktationsende auf 9,34 %. Schafe in der ersten Laktationsperiode hingegen weisen zu Beginn einen Milchfettgehalt von 3,9 % auf, der sich zum Ende auf 8,9 % erhöht.

Der *Eiweißgehalt* steigt ebenso wie der Fettgehalt im Verlauf der Laktation kontinuierlich um 3 %, im letzten Laktationsmonat wurde ein sprunghafter Anstieg ermittelt. Im Mittel liegt der Eiweißgehalt bei 5,25 % (6).

Der *Laktosegehalt* liegt durchschnittlich über die gesamte Laktationsperiode bei 4,76 %, nimmt aber von Beginn der Laktation von 5,45 % auf 3,74 % zum Ende hin ab. Eine Abhängigkeit vom Alter der Tiere und dem Laktosegehalt ist nicht festzustellen (6).

Die *Trockensubstanz* der Schafmilch liegt im Durchschnitt bei 18,6 % mit Schwankungsbreiten von 14,25 % bis 21,77 %. Diese Schwankungen sind wie folgt zu begründen:

1. die zuletzt gemolkene Milch enthält einen 60 % höheren Fettgehalt und einen 15 % erhöhten Trockensubstanzgehalt gegenüber der erst gemolkenen Milch. Die Gründlichkeit des Ausmelkens ist entscheidend für die Zusammensetzung der Milch.
2. Die Kolostralmilch hat einen bis zu 40 % höheren Trockensubstanzgehalt als die Folgemilch.
3. Der Trockensubstanzgehalt nimmt im Laufe der Laktation um 2,1-3,5 % zu, unterliegt aber leichten monatlichen Schwankungen (6).

3.4 Hygiene

Parasitenbefall ist ein großes Problem der Schafhaltung, so dass strenge Hygienevorschriften eingehalten werden sollten.

Durch Maßnahmen wie Nutzung von Umtriebsweiden, der Wechsel



von Weide- und Schnittnutzung, die Vermeidung von staunassen Flächen, kein Ausbringen von Stallmist auf Weideflächen kann bei der Weidehygiene der Befall von Parasiten sehr eingeschränkt werden. Hohe Luftfeuchte in den Ställen führen oft zu Lungenentzündungen bei

Lämmern. Ein Überbesatz an Schafen im Stall (unter 1 m² Fläche pro Mutterschaf oder 3 m² Fläche pro Bock) und der ständige Kampf um den Futterplatz (unter 0,4 m Fressplatzbreite bei Mutterschafen und unter 0,5 m beim Bock) sind Stressfaktoren, die zu höherer Krankheitsanfälligkeit führt.

Schafe sind sehr empfindlich gegenüber schmutzigem und abgestandnem Wasser (2).

3.4.1 Klauenpflege

Bedingt durch die geringe Abnutzung der Klauen bei der Koppelschafhaltung kommt es häufig zu Klauenproblemen, sofern diese nicht regelmäßig beschnitten werden. Zu den bekanntesten Klauenkrankheiten zählt die Moderhinke, für die zwei Infektionserreger verantwortlich gemacht werden, die dazu noch sehr widerstandsfähig sind. Die Schafe haben eine durch Schmerzen verursachte Stützbeinlahmheit, die zur Abmagerung, schlechter Fruchtbarkeit und verringertem Milch- und Säugeleistung führt (2).

3.4.2 Parasiten

3.4.2.1 Innenparasiten

Innenparasiten führen bei Schafen zu abnehmender Milchproduktion, Fruchtbarkeitsstörungen, Gewichtsverlusten, Lungenentzündungen bis zu Todesfällen. Larven der Parasiten wie z. B. Lungenwurm und Magen-Darm-Würmer nehmen die Schafe mit dem Gras auf, die Larven entwickeln sich im Schaf und werden mit dem Kot ausgeschieden. Dieser ist noch eine Woche ansteckungsfähig. Der kleine Lungenwurm gelangt beispielsweise über seinen Zwischenwirt Schnecke in das Schaf, wenn es Gras verzehrt, an dem die Schnecke haftet, und vermehrt sich. Daneben sind die Bandwürmer, Leberegel und Nasendasselfliegen zu erwähnen. Somit ist eine strenge Parasitenbekämpfung von großer Wichtigkeit (2).

3.4.2.2 Außenparasiten

Außenparasiten sind sowohl Krankheitserreger als auch Krankheitsüberträger und führen zu ähnlichen Krankheitsbildern wie Juckreiz in Verbindung mit Wollausfall, Hautentzündungen, Blutarmut durch Blut-sauger. Zu den wichtigsten Außenparasiten zählten die Schaflausfliege, die Haarlinge (Sandläuse), Zecken, zu denen vor allem die Schafzecke und der gemeine Holzbock zählen. Diese sind mitverantwortlich für die Ausbreitung des Q-Fiebererregers, der im Zeckenkot noch ca. 1,5 Jahre infektiös bleiben kann und auch Menschen befällt.

Räudemilben befallen vermehrt Schafe und führen zu Wollausfall, Krusten- und Borkenbildung, starke Abmagerung und letztlich zum Tod (bei der Körperräude).

Verschiedene Fliegenmaden legen ihre Eier auf Wunden, feuchte und kotverschmierte Wollpartien, wobei die geschlüpften Larven in Hautpartien eindringen und dort zu Entzündungen führen (2).

4 Zusammensetzung der Milch

4.1 Wasser, Proteine, Fett, Kohlenhydrate

Schnellwüchsige Jungtiere benötigen einen hohen Proteingehalt in der Milch, langsam wachsende Tiere hingegen einen hohen Laktoseanteil bei geringem Proteinanteil. Die Jungtiere von Ziegen und Schafen verdop-

Tab. 1: Zusammensetzung der Schafmilch (g/100g) nach Souci (14) und Hesecker (13)

Inhaltsstoff	Maßeinheit	Durchschnitt	Variation	Durchschnitt
		(14)		(13)
Wasser	g	82,7	82,5-84,1	82,7
Protein (N x 6,25)	g	5,16	-	5,3
Fett	g	6,26	2-13	6,3
Kohlenhydrate	g	4,7	-	4,7
Ascheanteil	g	0,86	0,8-0,9	
Mineralstoffe				
Natrium	mg	30,0	29-31	30,0
Kalium	mg	182,0	174-190	182,0
Magnesium	mg	11,0	8-19	12,0
Calcium	mg	183,0	136-200	183,0
Eisen	µg	70,0	62-100	100,0
Zink	µg	426,0	415-470	500,0
Phosphor	mg	115,0	80-145	115,0
Jod	µg	kA	-	10,0
Vitamine				
Retinol	µg	50,0	-	50,0
Carotinoide	µg	5,0	2-7	5,0
Vitamin D	µg	kA	-	0,16
Vitamin E	mg	kA	-	0,2
Thiamin (B ₁)	mg	0,05	28-70	0,05
Riboflavin (B ₂)	µg	230	160-300	230
Niacinäquivalente	mg	0,45	4-5	1,6
Vitamin B ₆	mg	kA	-	0,08
Vitamin B ₁₂	µg	510	300-710	500
Folsäure	µg	kA	-	5,0
Vitamin C	mg	4,3	3-6	4,0

*Die Literaturangaben unterscheiden sich nur in den Werten für Eisen, Zink und Niacin-äquivalent.

peln ihr Geburtsgewicht in 18 bis 19 Tagen (Rind in 47 und Mensch in 180 Tagen). Auch der Mineralstoffgehalt von schnell wüchsigen Tieren ist deutlich höher als von langsam wachsenden Tieren (37).

Schafmilch hat im Vergleich zu Kuh- und Ziegenmilch den geringsten Wassergehalt, einen höheren Fett- und Proteingehalt. Der Kohlenhydratanteil ist sehr ähnlich in allen drei Milcharten, wobei dieser ausschließlich aus Laktose besteht (14).

4.1.1 Proteine

Nach den Nährwerttabellen von *Souci* (14) liegt der Proteingehalt von Schafmilch pro 100 g bei 5,16 g. Andere Quellen berufen sich auf Angaben von 6,21 g (17). Kuhmilch hat einen Proteinanteil von 3,3 g, Humanmilch von 1,1 g (14).

4.1.1.1 Molkenproteine

Man unterscheidet zwei Gruppen von Molkenproteinen. Zur Gruppe 1 zählen die β -Laktoglobuline und α -Laktalbumine, welche in der Milchdrüse gebildet werden. Zur zweiten Gruppe gehören Serumalbumine und Immunglobuline. β -Laktoglobulin macht in der Milch von Wiederkäuern den Hauptbestandteil der Molkenproteine aus (es kommt in Frauenmilch nicht vor). β -Laktoglobulin ist hitzelabil und wird bei 65°C denaturiert. Es hat eine große Bedeutung als Transportprotein von Retinol und ist auch an der Maillard-Reaktion beteiligt.

Bei den Kuhmilch-Intoleranz auslösenden Proteinen nimmt β -Laktoglobulin den ersten Stellenwert ein.

Die Immunglobuline IgA und IgM werden in der Milchdrüse gebildet, Serumalbumin und weitere Immunglobuline dagegen in der Leber. Sie gelangen über das Blut in die Milch (18).

Nach *Law, A.J.R.* (37) enthält Kuhmilch zwei genetische Varianten von β -Laktoglobulin, Variante A und B. Schafmilch enthält nur die Variante β -Laktoglobulin A. Andere Studien berichten von zwei in Schafmilch vorkommenden Varianten A und B. Die Varianten A und B unterscheiden sich bei Schafmilch darin, dass β -Laktoglobulin A ein Histidin weniger und ein Tryptophan Monomer mehr besitzt als die Variante B (17). Auch α -Laktalbumin kommt in Schafmilch in den Varianten A und B vor und soll eine wichtige Rolle in der Laktose-Biosynthese spielen.

Tab. 2: Zusammensetzung und Gehalt von Molkenproteinen in unerhitzten, fettreduzierten Milchproben von Kuh, Ziege und Schaf (18)

	Kuhmilch	Ziegenmilch	Schafmilch
% der Gesamtmolkenproteine			
Immunglobuline	15,0	11,5	20,0
Serum-Albumine/Lactoferrin	9,5	12,8	8,1
β -Laktoglobulin	59,3	54,2	61,1
α -Laktalbumin	16,2	21,4	10,8
Konzentration (g/l)			
Immunglobuline	0,97	0,71	2,15
Serum-Albumine/Lactoferrin	0,61	0,79	0,87
β -Laktoglobulin	3,83	3,33	6,58
α -Laktalbumin	1,05	1,31	1,16
Gesamtkonzentration Molkenproteine	6,46	6,14	10,76

Die Gesamtkonzentration an Molkenproteinen in Schafmilch ist im Vergleich zur Kuhmilch höher. Der Hauptanteil der Molkenproteine ist durch β -Laktoglobulin bestimmt. Diese und die Immunglobuline sind prozentual zu den Gesamtmolkenproteinen in Schafmilch höher als in Kuhmilch, während der Anteil an α -Laktalbuminen wesentlich geringer ist.

Im Gegensatz zu den Caseinen sind die Molkenproteine hitzelabil. Bei 60°C beginnen sie reversibel zu denaturieren. Bei höheren Temperaturen kommt es zu einer irreversiblen Denaturierung, bei der sie sich über hydrophobe Wechselwirkung und Disulfid-Brücken mit den Caseinen verbinden.

Nach Erhitzen auf 70-90°C werden die Molkenproteine in der Reihenfolge Immunglobuline - Serumalbumin/Laktoferrin - β -Laktoglobulin - α -Laktalbumin denaturiert.

Bei 70°C denaturieren β -Laktoglobuline und α -Laktalbumine der Schafmilch langsamer als die der Kuhmilch. Bei 80°C erfolgt die Denaturierung von β -Laktoglobulin und α -Laktalbumin zeitlich schneller und zu einem höheren Grad als in der Kuhmilch (19).

Glutaminsäure ist die in β -Laktoglobulin in höchster Konzentration vor-

liegende Aminosäure, in α -Laktalbumin weist Asparaginsäure die höchste Konzentration auf (37).

4.1.1.2 Caseine

Casein ist das Protein, das beim Säuern der Milch ausfällt. Die Caseine lassen sich in drei Fraktionen unterteilen: α -, β -, γ -Casein. Das γ -Casein ist ein Spaltprodukt des β -Caseins (18). α -Casein unterscheidet man nach α_{s_0} -, α_{s_1} - und α_{s_2} -Caseinen (3).

Das α -Casein besteht aus einer calciumsensiblen Komponente (α_s -Casein) und einer calciumunempfindlichen Komponente (κ -Casein). Sofern eine α -Caseinmicelle nicht durch ein intaktes κ -Casein geschützt ist, fällt es in Gegenwart von Calciumionen aus (3). Studien haben gezeigt, dass das κ -Casein von Kuh- und Schafmilch in seiner Zusammensetzung sehr ähnlich ist (38).

Die α_s - und β -Caseine können zahlreiche Calciumionen binden, nicht jedoch das κ -Casein.

Caseine liegen zu 95 % in grob kolloidalen Partikeln (Micellen) vor. Die Struktur der Micellen ist noch nicht geklärt. Man vermutet, dass die Caseinmicellen von poröser Struktur sind und aus Submicellen zusammengesetzt sind. κ -Casein wird an der Oberfläche der Submicellen vermutet, während die α -Caseine das Gerüst der Submicellen bilden und die β -Caseine die Zwischenräume ausfüllen. Über Calciumphosphatbrücken und hydrophobe Bindungen werden die Submicellen zusammengehalten. Die Caseinmicellen werden unter Einschluss von Calcium, Phosphat und Citrat gebildet, wobei sich die einzelnen Caseinfraktionen unter anderem deutlich im Phosphatgehalt unterscheiden (3).

Durch Säuerung (pH 4,7 = isoelektrischer Punkt bei Kuhmilch) oder durch Einwirken von Chymosin (Labenzym) wird das Calcium herausgelöst und die Micelle fällt zusammen.

Weil Caseine kaum eine Tertiär- und Sekundärstruktur aufweisen, sind sie relativ wärmestabil, so dass die Micellen erst nach 10-20 minütiger Hitzeeinwirkung bei 140°C ausfallen (18).

Die Caseinmicellen der Schafmilch sind kleiner als die von Kuh und Ziege, wobei der größte Teil der Micellen einen Durchmesser von unter 80 nm haben. Glutaminsäure ist gefolgt von Prolin die Aminosäure, die mit dem höchsten Anteil in der Caseinmicelle der Schafmilch gefunden wur-

de. Durch die Micellenbildung der Caseine ist es möglich, dass viel anorganisches Phosphat und Calcium gebunden werden, somit die Caseine zusätzlich zu ihrer Bedeutung als Aminosäurelieferanten in der Mineralstoffversorgung des Jungtieres eine wichtige Rolle spielen (37).

Der Gesamtgehalt an Caseinen in Schafmilch ist höher als der in Kuhmilch. β -Caseine und α -Caseine machen den größten Anteil der Caseine aus. Schafmilch enthält prozentual weniger κ - und α -Caseine, aber mehr β -Caseine als Kuhmilch. β -Casein hat die stärksten hydrophoben Eigenschaften und macht mit 43,5 % den größten Teil der Caseine aus.

Tab. 3: Zusammensetzung und Gehalt von Caseinen in unerhitzten, fettreduzierten Milchproben von Kuh, Ziege und Schaf (18)

	Kuhmilch	Ziegenmilch	Schafmilch
% der Gesamtcaseine			
Minorproteine	6,2	2,5	4,8
κ -Casein	9,4	13,2	8,8
β -Casein	37,5	50,0	43,5
α_{s_1} Casein	33,0	18,4	42,9
α_{s_2} -Casein	13,9	15,8	
Konzentration (g/l)			
Minorproteine	1,51	0,53	1,72
κ -Casein	2,29	2,8	3,16
β -Casein	9,14	10,64	15,60
α_{s_1} -Casein	8,04	3,91	15,39
α_{s_2} -Casein	3,39	3,36	
Gesamtkonzentration Caseine	24,37	21,24	35,87

4.1.1.3 Aminosäuren

Caseine und Molkenproteine unterscheiden sich in ihrer Aminosäurezusammensetzung. Milcheiweiß hat einen relativ hohen Gehalt an essentiellen Aminosäuren, wobei Molkeneiweiß eine noch höhere Konzentration aufweisen als Casein. Vor allem sind Threonin, Lysin, Isoleucin und Tryptophan beteiligt. Auch die einzelnen Casein-Fractionen unterscheiden sich in ihrer Aminosäurezusammensetzung. β - und γ -Casein enthal-

Tab. 4: Aminosäurezusammensetzung von Kuh-, Ziegen-, Schaf- und Frauenmilch in mg/100 g Milch (1)

Aminosäuren	Kuhmilch		Ziegenmilch		Schafmilch		Frauenmilch	
	mg	%*	mg	%*	mg	%*	mg	%*
Alanin	130	3,4	140	3,3	220	3,9	56	4,3
Arginin	130	3,4	130	3,0	180	3,2	51	3,9
Asparaginsäure	290	7,5	300	7,0	460	8,1	120	9,2
Cystin	28	0,7	83	1,9	60	1,1	24	1,8
Glutaminsäure	790	20,5	780	18,1	1070	19,0	220	16,8
Glycin	76	2,0	74	1,7	110	1,9	36	2,7
Histidin	95	2,5	79	1,8	130	2,3	31	2,4
Isoleucin	220	5,7	230	5,3	280	4,9	77	5,9
Leucin	360	9,4	390	9,1	530	9,4	130	9,9
Lysin	280	7,3	340	7,9	460	8,1	86	6,6
Methionin	90	2,3	94	2,2	140	2,5	24	1,8
Phenylalanin	180	4,7	180	4,2	260	4,6	54	4,1
Prolin	340	8,8	470	10,9	550	9,7	120	9,2
Serin	210	5,5	210	4,9	320	5,7	59	4,5
Threonin	160	4,2	230	5,3	240	4,2	63	4,8
Tryptophan	49	1,3	50	1,2	70	1,2	22	1,7
Tyrosin	180	4,7	240	5,6	260	4,6	56	4,3
Valin	240	6,2	280	6,5	320	5,7	81	6,2
Summe	3848	100	4300	100	5660	100	1310	100

* %/g Protein

ten mehr essentielle Aminosäuren als α - und κ -Casein. Unter den Molkeiweißfraktionen weisen β -Laktoglobulin und α -Laktalbumin einen hohen Gehalt an essentiellen Aminosäuren auf. α -Laktalbumin gilt als Eiweißfraktion mit dem höchsten Tryptophangehalt unter den natürlichen Proteinen (3).

Hervorzuheben sind die essentiellen Aminosäuren (Tab. 4, dunkel markiert). Schafmilch enthält im Vergleich zur Kuhmilch einen wesentlich höheren Anteil an Protein. Der prozentuale Anteil der einzelnen Aminosäuren am Gesamtprotein zeigt, dass Schafmilch mehr Lysin und weniger

Valin enthält als Kuhmilch. Der Anteil an der limitierenden Aminosäure Methionin ist in Schafmilch leicht erhöht. Im Vergleich zur Frauenmilch enthält Schafmilch weniger Isoleucin, Leucin, Threonin, Tryptophan und Valin.

Beim Vergleich der Angaben der Tabelle mit anderen Literaturquellen zeigen sich Abweichungen (38), so dass die Tabellenwerte nur Richtwerte darstellen können. Dieses könnte mit der Bestimmungsmethode zusammen hängen. Bei Säurehydrolyse wird z.B. Tryptophan leicht zerstört.

4.1.1.4 Biologische Wertigkeit

Zur Beurteilung der Qualität der Nahrungsproteine ist die biologische Wertigkeit von Nutzen. Diese ist bei Kuhmilch sehr hoch, wobei es hier einen Unterschied zwischen Casein und Molkenprotein gibt. Aufgrund des hohen Anteils an essentiellen Aminosäuren im Laktalbumin (Molkenprotein) ist die biologische Wertigkeit dieser Fraktion noch höher als die vom Vollei. Der tägliche Bedarf an essentiellen Aminosäuren eines Erwachsenen kann über den Verzehr von ½ Liter Milch Kuhmilch gedeckt werden mit Ausnahme von Methionin und Cystin. Für sie wären 0,9 Liter notwendig (3).

Genaue Angaben für Schafmilch liegen nicht vor. Da nur der Anteil an Valin um 0,5 % geringer als in Kuhmilch ist, dürfte Schafmilch eine ähnlich hohe biologische Wertigkeit haben.

4.1.1.5 Ernährungsphysiologischen Bedeutung der Proteine

4.1.1.5.1 Verdaulichkeit der Proteine

Leider liegen keine Studien über die Verdaulichkeit und Bedeutung der Proteine von Schafmilch vor. Der Gehalt an Protein in Schafmilch ist wesentlich höher als in Kuhmilch. In ihrer Zusammensetzung aber unterscheiden sich die beiden Milcharten nicht wesentlich wie beispielsweise im Anteil essentieller Aminosäuren.

Nach *Jandal* (17) besteht β -Laktoglobulin, welches den größten Anteil der Molkenproteine in der Schafmilch ausmacht, aus zwei identischen Polypeptidketten mit einem Molekulargewicht von 18 000 +/-5000 Dalton. Dieses könnte laut *Jandal* ein Grund sein, warum das Protein der Schafmilch leichter verdaulich ist.

Inwieweit die geringere Größe der Caseinmicellen der Schafmilch im

Tab. 5: Geschätzter Bedarf des Menschen an essentiellen Aminosäuren in Abhängigkeit vom Alter (mg/kg Körpergewicht) (15)

Aminosäure	Kleinkinder	Kinder (10-12 Jahre)	Erwachsene	
			Männer	Frauen
Histidin *	25	-	-	-
Isoleucin	111	28	10	10
Leucin	153	49	11	13
Lysin	96	59	9	10
Methionin + Cystein	50	27	14	13
Phenylalanin + Tyrosin	90	27	14	13
Threonin	66	34	6	7
Tryptophan	19	4	3	3
Valin	95	33	14	11

* Histidin ist nur für den Säugling essentiell

Vergleich zur Kuhmilch positiv zu bewerten ist, müsste noch untersucht werden. Wie Studien über die Ziegenmilch zeigen, hat der Anteil an α_s -Casein einen Einfluss auf die Bildung des Käsebruches und somit auf die Verdaulichkeit. Diesbezüglich gibt es keinerlei Daten zur Schafmilch.

4.1.1.5.2 Schafmilch und das Allergierisiko

Die Kuhmilchunverträglichkeit besteht laut Renner, E. (3) zu 82 % gegenüber β -Laktoglobulin, gefolgt von Caseinen (43 %), α -Laktalbumin (41 %), Immunglobulinen (27 %) und Serumalbumin (18 %).

Das Unverträglichkeitspotential der Schafmilch müsste somit ebenso hoch sein wie das der Kuhmilch aufgrund der ähnlichen Zusammensetzung der Proteinkomponenten. Dieser Zusammenhang wird in einem Artikel von Sieber (45) näher erläutert. Die antigene Wirkung eines Proteins wird durch bestimmte Aminosäuresequenzen im Protein verursacht, die sogenannten Epitope. Es gibt zwei Arten von Epitopen:

- die Sequenzdeterminanten, bei denen die Aminosäurenreihenfolge im Protein von Bedeutung ist und
- die Konformationsdeterminanten, bei denen die Tertiärstruktur der Proteine ähnlich sind.

Milchproteine mit Konformationsdeterminanten können ihr allergenes Potenzial durch Erhitzen reduzieren oder gar verlieren, da die räumliche

Struktur (Tertiärstruktur) zerstört wird.

Die Molkenproteine von Kuh- und Schafmilch sind in ihrer Primärstruktur sehr ähnlich, es ist aber durchaus möglich, dass sich die Tertiärstruktur unterscheidet, womit unterschiedliche Konformationsepitope vorhanden sein können.

Bei den Caseinen, die keine definierte Tertiärstruktur haben, spielen die *Sequenzdeterminanten* eine wichtige Rolle. Bei den Molkenproteinen unterscheidet sich die Aminosäuresequenz des β -Laktoglobulins von Kuh- und Schafmilch nur an sieben Stellen. Ähnlich verhalten sich α -Laktalbumin, β - und κ -Casein. Beim Vergleich α_1 - und α_2 -Casein wurde herausgestellt, dass mehr als 88,5 % der Aminosäuren im α_1 -Casein und 88,9 % der im α_2 identisch sind. Dagegen ist die Homologie der α_1 und α_2 -Caseine der gleichen Art sehr klein und beträgt nur 20-23 % identische Aminosäuren. Es ist durchaus möglich, dass die geringen Abweichungen in der Aminosäuresequenz unterschiedliche Reaktionen im Auftreten allergischer Reaktionen haben.

Es wird angenommen, dass Kreuzreaktionen gegenüber den Proteinen von Kuh- und Schafmilch wahrscheinlich sind. Studien, die die allergische Wirkung der α -Caseine von Kuh-, Ziegen- und Schafmilch miteinander verglichen, kamen zu dem Schluss, dass zwar geringe Unterschiede in der Primärstruktur der drei α -Caseine markante Unterschiede in deren IgE- und IgG-Bindungskapazität erzeugen, aufgrund der Kreuzreaktionen der IgE- und IgG Antikörper die Ziegen- und Schafmilch ein ebenso hohes Milchallergiepotenzial aufweisen wie Kuhmilch.

Calvani, M. (29) beschreibt einen Fall eines Kindes, bei dem über Haut- und „Prick Tests“ eine allergische Reaktion gegen Ziegen- und Schafmilch sowie Schafkäse bestätigt wurde, nicht aber gegen Kuhmilchproteine wie Caseine, α -Laktalbumin, β -Laktoglobuline. Dieser eine Fall zeigt, dass es möglich ist auf Schafmilch allergisch zu reagieren, jedoch nicht automatisch auch auf Kuhmilch. Umgekehrt könnte man schlussfolgern, dass eine Kuhmilchunverträglichkeit nicht unbedingt eine Schafmilchalergie zur Folge haben muss.

Ein weiterer Test mit spezifischen Antikörpern IgE, welche bei Kuhmilchunverträglichkeit gebildet wurden, ergab, dass diese IgE auch mit den Ziegenmilchproteinen reagierten, obwohl das Kind nie Ziegenmilch bekommen hatte.

Ein letzter Gedanke geht dahin, inwieweit klassische Tests wie Prick oder RAST überhaupt geeignet sind, um Nahrungsmittelunverträglichkeiten

festzustellen. Weltweit gibt es nur sieben Publikationen, die sich mit dem Allergierisiko von Schafmilch befassen (über Ziegenmilch gibt es 32 und über Kuhmilch 557). Vermutungen sollten daher unbedingt über breiter angelegte Studien vertieft werden.

Bislang können Erfahrungen ein wenig mehr Aufschluss geben. Heilpraktikerin *Oechsler*, die eine Allergiker-Praxis am Schliersee führt, bestätigt ein vorhandenes Allergierisiko auch auf Schaf- und Ziegenmilch. Von ihr werden feinenergetische Tests durchgeführt. Wenn diese für Ziegen- und Schafmilch negativ sind, können beide Milcharten eingesetzt werden. Wichtig aber ist, ein Rotationsprinzip einzuhalten. Bei diesem Prinzip sollten Allergiker immer so genannte Karenztage einhalten, d.h. das nach einem Tag mit Schafmilchverzehr zwei Tage folgen müssen, an denen es keine Schafmilch- und Schafmilchprodukte gibt. Somit können neue Allergisierungen verhindert werden. Dieses Prinzip sollte auch bei jeglicher Art der Nahrungsmittelallergie gelten.

Bei Säuglingen muss differenzierter und vorsichtiger vorgegangen werden. Sollen allergiegefährdete Babys von Muttermilch auf eine Alternativmilch umgestellt werden, weil z.B. die Muttermilch nicht mehr ausreicht, rät Frau *Oechsler*, hypoallergene Nahrung zu verwenden. Tritt eine Unverträglichkeit auch auf diese Nahrung auf, kann man bei negativen Tests Ziegen- und Schafmilch nehmen. Beide Milcharten sollten zuerst verdünnt als $\frac{2}{3}$ Milch gegeben werden, später langsam auf Vollmilch aufgestockt werden. Auch hier ist es wichtig, das Rotationsprinzip zu beachten. Wird der Säugling also mit Ziegenmilch gefüttert, kann am zweiten Tag Schafmilch, am dritten Tag eine semiessentielle Diätmilch (Spezialmilch für Kuhmilchallergiker) genommen werden.

In einem Vortrag von Kinderarzt *Werthmann* aus Salzburg heißt es, dass Säuglinge, die allergisch reagieren, solange wie möglich gestillt werden sollen (9-12 Monate). Muss vorzeitig abgestillt werden, rät er Schafmilch im Verhältnis 1:1 zu verdünnen und vorsichtig innerhalb einer Minute auf 60°C zu erhitzen. Selbst als Halbmilch aber enthält Schafmilch noch zu hohe Konzentrationen an den Mineralstoffen Kalium, Calcium und Phosphor, die für die unreife Niere des Säuglings schädlich sind. Daher ist das Alter des Kindes entscheidend.

4.1.2 Zusammensetzung des Fettes

Schafmilch enthält im Vergleich zur Kuhmilch (3,8 g) wesentlich mehr Fett (6,3 g) pro 100 g.

Wie aus Tabelle 6 zu ersehen sind die langkettigen, gesättigten Fettsäuren prozentual mit Palmitinsäure (C16:0) und die einfach ungesättigten Fettsäuren mit Ölsäure (C18:1) am stärksten in Schafmilch vertreten. Einen weiteren hohen Anteil machen Myristin- und Stearinsäure aus. Linolsäure ist mit 3,2 % als mehrfach ungesättigte, essentielle Fettsäure und Linolensäure mit 1,1 % als mehrfach ungesättigte Fettsäure vertreten (14). Die Analysewerte der beiden Quellen unterscheiden sich wesentlich für die Angaben von Butter-, Palmitin-, Palmitolein-, Stearin- und Linolsäure. Die Variationsbreite der Werte nach *Souci* für Buttersäure liegen zwischen 3,0-3,2 %, für Palmitin- zwischen 23,7-24,2 %, für Palmitolein- zwischen 1,3-2,0 %, für Stearin- zwischen 9,8-13,4 % und für Linolsäure zwischen 2,7-3,2 %. Außer Stearinsäure liegen die Werte nach *Jandal* (17) außerhalb der von *Souci* (14) angegebenen Variationsbreiten.

Kuhmilch enthält weniger Caprin-, mehr Palmitin- und Linolsäure als Schafmilch. Auch hier gibt es Unterschiede in der prozentualen Zusammensetzung der angegebenen Quellen, die vor allem bei Öl- und Stearin-

Tab. 6: Zusammensetzung der Fette von Kuh-, Ziegen-, Schaf- und Humanmilch (g/100g Fett) nach Jandal (17) und Souci (14)

Fettsäure	Kuhmilch		Ziegenmilch		Schafmilch		Humanmilch	
	(8)	(1)	(8)	(1)	(8)	(1)	(8)	(1)
C 4:0 Buttersäure	3,3	3,6	2,6	2,6	4,0	3,1	kA	-
C 6:0 Capronsäure	1,6	2,3	2,9	2,3	2,6	2,5	kA	-
C 8:0 Caprylsäure	1,3	1,3	2,7	2,6	2,5	2,4	kA	-
C 10:0 Caprinsäure	3,0	2,7	8,4	9,0	7,5	7,5	kA	1,5
C 12:0 Laurinsäure	3,1	4,3	3,3	4,1	3,7	4,4	kA	7,3
C 14:0 Myristinsäure	9,5	11,4	10,3	10,0	11,9	10,6	kA	11,4
C 16:0 Palmitinsäure	26,5	28,8	24,6	26,8	25,2	23,8	kA	24,1
C 16:1 Palmitoleinsäure	2,3	2,8	2,2	1,3	2,2	1,4	kA	3,5
C 18:0 Stearinsäure	14,6	9,5	12,5	10,1	12,6	10,2	kA	5,4
C 18:1 Ölsäure	29,8	22,3	28,5	21,3	20,0	21,4	kA	32,6
C 18:2 Linolsäure	2,5	1,8	2,2	2,9	2,1	3,2	kA	10,3
C 18:3 Linolensäure	kA	0,9	kA	0,7	kA	1,1	kA	0,6

*Myristolein-, Pentadecan- und Margarinsäure wurden nicht aufgeführt

säure stark variieren. Humanmilch enthält im Vergleich zur Schafmilch wesentlich mehr Öl- und Linolsäure.

Einteilung der Fettsäuren nach Leitzmann, C.(3):

Kurzkettige Fettsäuren: bis C4

Mittelkettige Fettsäuren: C6 – C12

Langkettige Fettsäuren: länger als C12

Bei Einteilung der Fettsäuren in das oben genannte Schema zeigt sich, dass Schaf- und Kuhmilch einen ähnlich hohen Anteil an kurzkettigen Fettsäuren besitzen, Humanmilch dagegen keine aufweist. Kuhmilch enthält 10,6 % mittelkettige Fettsäuren, Schafmilch 16,8 % und Humanmilch 8,8 % (14). Der Anteil an langkettigen Fettsäuren in Kuhmilch beträgt 77,5 %, in Schafmilch 71,7 % und in Humanmilch 87,9 %. Humanmilch hat also einen wesentlich größeren prozentualen Anteil an langkettigen Fettsäuren.

Ein weiterer Betrachtungsschritt ist die Einteilung der Fettsäuren nach gesättigten, einfach ungesättigten und mehrfach ungesättigten Fettsäuren.

Tab. 7: Zusammensetzung des Fettanteils von Kuh-, Schaf-, und Ziegenmilch in % nach Jandal, J.M. (17) und Souci, W. (14)

Fette	Kuh (17)	Kuh (14)	Schaf (17)	Schaf (14)	Human (14)
Gesättigte Fettsäuren	62,9	63,9	70,0	64,5	49,7
Einfach ungesättigte FS	32,1	23,4	22,2	22,8	36,1
Mehrfach ungesättigte FS	2,5	2,7	2,1	4,3	10,9
davon Linolsäure	2,5	1,8	2,1	3,2	10,3
Cholesterin (mg)	kA	12,0	kA	kA	25,0

Nach *Souci* (14) besteht das Fett der Schafmilch prozentual zum größten Teil aus gesättigten Fettsäuren, gefolgt von einfach ungesättigten. Dies ist bei Kuhmilch sehr ähnlich. Schafmilch enthält jedoch einen höheren Anteil mehrfach ungesättigter Fettsäuren wie Linolsäure als Kuhmilch, wobei die Abweichungen der beiden Autoren zu berücksichtigen sind. In Humanmilch ist der Gehalt an gesättigten Fettsäuren wesentlich geringer als in Schaf- und Kuhmilch. Auffällig ist der höhere Anteil an einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren. Frauenmilch enthält nach *Souci*

dreimal soviel Linolsäure wie Schafmilch und fünfmal soviel wie Kuhmilch. In Kuhmilch sind 0,9 % Linolensäure, in Schafmilch 1,06 % und Humanmilch 0,6 %. In Frauenmilch findet man zusätzlich noch 0,1 % Arachidonsäure.

Wie in Tabelle 7 zu sehen, liegen die Analysewerte für den prozentualen Anteil an einfach ungesättigten und mehrfach ungesättigten Fettsäuren der Schafmilch von *Jandal* und *Souci* im Variationsbereich der Werte von *Jahreis, G. et al* (25). *Jahreis* untersuchte in einer Studie den Anteil der konjugierten Linolsäure (CLA) in Kuh-, Ziegen-, Schaf- und Humanmilch. Konjugierte Linolsäure als cis-9,-trans-11 Isomer der Linolsäure wird im Pansen des Wiederkäuers von anaeroben Bakterien gebildet und stellt den größten Anteil der aus Linolsäure gebildeten Isomere dar. Sie soll antikarzinogene Wirkung haben. *Jahreis* konnte bestätigen, dass der Gehalt an konjugierter Linolsäure saisonal stark schwankt und in den Wintermonaten am niedrigsten ist. Besonders groß sind die Schwankungen bei Schafmilch, deren Gehalt an konjugierter Linolsäure zwischen 1,28 % im Sommer und 0,54 % im Winter liegt. Im Vergleich zu Kuh-, Ziegen- und Humanmilch weist Schafmilch den höchsten Gehalt an konjugierter Linolsäure und an Transfettsäuren auf.

Tab. 8: Anteil verschiedener ungesättigter Fettsäuren bei Kuh-, Ziegen-, Schaf- und Humanmilch* (25)

	n	MUFA	PUFA	CLA
Kuhmilch	8	23,2 ± 1,7	2,42 ± 0,60	1,01 ± 0,25
Ziegenmilch (Weidegang)	8	26,9 ± 5,4	2,58 ± 0,21	0,65 ± 0,25
Ziegenmilch (Stall)	8	21,8 ± 0,9	4,05 ± 0,25	0,64 ± 0,15
Schaf	8	23,0 ± 3,2	3,85 ± 1,35	1,08 ± 0,32
Humanmilch	29	33,2 ± 2,9	12,5 ± 2,9	0,39 ± 0,08

*in % vom Gesamtfett im Jahresdurchschnitt, MUFA = einfach ungesättigt, PUFA = mehrfach ungesättigte, CLA = konjugierte Linolsäure, n = Anzahl

4.1.2.1 Cholesterin

Nach *Souci* (14) enthält Kuhmilch in 100 g mit 12 mg Cholesterin die Hälfte wie Humanmilch (25 mg). Andere Analysentabellen (13) geben Cholesterinwerte für 100 g Schafmilch mit 11 mg an. Es besteht also kaum ein

Unterschied zwischen Kuh- und Schafmilch. Cholesterin ist zu 0,4-3,5 % in der Fettkügelchenmembran zu finden, 80 % kommen in freier Form vor.

Generell ist der Gehalt an Cholesterin in Milchfett gering. Milch- und Milchprodukte tragen nicht entscheidend zur Cholesterinaufnahme bei. Mehrfach ungesättigte Fettsäuren haben zudem eine senkende Wirkung auf den Cholesterinspiegel (3).

4.1.2.2 Größenverteilung der Fettkügelchen

Nach einer Studie an Najdi Schafen in Saudi Arabien beträgt der Durchmesser von 88,0 % der in der Schafmilch enthaltenen Fettkügelchen zwischen 1,5-4,5 μm . In Kuhmilch liegt er bei 81,3 %, in Ziegenmilch 88,2 %. Es ergibt sich eine Reihenfolge für den Durchmesser der Fettkügelchen sowie für Volumen zum Oberflächendurchmesser wie folgt: Ziege – Schaf – Kuh. Diese Ergebnisse wurden auch durch andere Studien bestätigt (24). Nach *Park, Y.W.* (35) beträgt die Durchschnittsgröße der Fettkügelchen der Schafmilch 3,30 μm , die von Ziegenmilch 3,49 μm , und die der Kuhmilch im Vergleich 4,55 μm .

4.1.2.3 Verdaulichkeit des Milchfettes

Die Verdaulichkeit (d.h. die Geschwindigkeit und Ausmaß der Resorption) von Milchfett der Kuh ist im Vergleich zu anderen Nahrungsfetten und -ölen sehr hoch. Gründe hierfür sind die physikalische Verteilungsform, die spezifische Fettsäurezusammensetzung und der Schmelzpunkt.

Da das Milchfett als Fettemulsion vorliegt, kann es überwiegend in Form des Fettkügelchens und nicht in Form der Spaltprodukte Glycerin und Fettsäuren resorbiert werden. Partikel bis zu einem Durchmesser von 100 μm können so die Darmwand durchdringen und unter Umgehung der Leber direkt in die Zellen gelangen (3).

Die Fettkügelchen sind von einer Fettkügelchenmembran mit einer Dicke von 8-9 nm umgeben. Ein Teil der Membran um den mittig liegenden Fettkern besteht aus einer Phospholipid- und Proteinschicht. Die Membranproteine sind für die Emulgierbarkeit und Stabilität des Milchfettes von Bedeutung (18).

Aufgrund des hohen Anteils an kurz- und mittelkettigen Fettsäuren, welche leichter resorbiert werden als langkettige, ist Milchfett besser verdaulich.

lich als andere Nahrungsfette, d.h. die Geschwindigkeit der Oxidation der Fettsäuren ist sehr hoch, da diese direkt als freie Fettsäuren ins Pfortaderblut übernommen werden und nicht erst nach Chylomikronenbildung über den Lymphweg in die Blutbahn gelangen (3).

Der Schmelzpunkt bestimmt ebenfalls die Verdaulichkeit eines Fettes. Fette mit niedrigem Schmelzpunkt werden besser absorbiert als solche mit hohem. Der Schmelzpunkt von Butter liegt bei 32-37°C, die Verdaulichkeit bei 97 %. Zum Vergleich: Die Verdaulichkeit von Olivenöl liegt bei 98 %, die von Rindertalg bei 93 %.(15)

Hinzu kommt, dass kurz- und mittelkettigen Fettsäuren mit 4-12 C-Atomen eine antimikrobielle Aktivität zugeschrieben wird. Gramnegative Mikroorganismen sollen durch kurzkettige Fettsäuren stärker gehemmt werden als durch langkettige (3).

Der Fettgehalt in Schafmilch ist gegenüber der Kuhmilch wesentlich höher. Der höhere Anteil an mittelkettigen Fettsäuren (16,8 % im Vergleich zu 10,6 % der Kuhmilch) könnte für eine bessere Verdaulichkeit sprechen, ebenso der hohe Gehalt an kleinen Fettkügelchen.

4.1.2.4 Diskussion Fette

Generell ist der Fettanteil der Kuhmilch mit 3,8 % recht gering, bei Schafmilch mit 6,3 % ist Fett dagegen ein Diskussionsfaktor. Schafmilch hat im Vergleich zu Kuh- und Humanmilch einen hohen Anteil mittelkettiger (16,8 %) und einen niedrigen Anteil langkettiger Fettsäuren (71,7 %). Dies ist für die Verdaulichkeit positiv zu bewerten.

Mittelkettige Fettsäuren finden besonders im ernährungstherapeutischen Bereich ihre Anwendung und werden unter anderem bei Patienten eingesetzt, die an Übergewicht und Hyperlipoproteinämie leiden. Mittelkettige Fettsäuren können schnell Energie liefern und senken den Serumcholesterinspiegel. Auch in der Frühgeborenenernährung finden sie ein großes Einsatzgebiet. Es wird vermutet, dass besonders Caprin- und Caprylsäure Gallensteinen auf Cholesterinbasis entgegen wirken können (44). Der höhere Anteil an mittelkettige Fettsäuren in Schafmilch im Vergleich zur Kuhmilch hat damit einen positiven Einfluss auf die Verdaulichkeit des Schafmilchfettes.

Aufgrund der geringen durchschnittlichen Größe der Fettkügelchen der Schafmilch ist diese wesentlich leichter verdaulich als Kuhmilch.

Auch der relativ hohe Anteil an konjugierter Linolsäure und an mehrfach

ungesättigten Fettsäuren, besonders der essentiellen Fettsäure Linolensäure, ist sehr positiv zu bewerten.

4.1.2.4.1 Diskussion Linolsäure

Alle ungesättigten, ω -6-Fettsäuren zählen zu den essentiellen Fettsäuren, wie die Linolsäure (C18:2 ω 6), γ -Linolensäure (C18:3 ω 6) und die Arachidonsäure (C20:4 ω 6). Linolsäure wird im Körper zu der stärker biologisch wirksamen Arachidonsäure überführt. Arachidonsäure ist ein wichtiger Bestandteil der Lipide der Zellmembran und ist ein Vorläufer der Prostaglandine. Der tägliche Bedarf an essentiellen Fettsäuren beträgt 3-10 g (3). Nach Empfehlungen der DGE sollte die Zufuhr an Linolsäure 2-3 % der Energiezufuhr betragen (15). Sowohl der hohe Gehalt an Linolsäure als auch der konjugierten Linolsäure in Schafmilch sind positiv zu bewerten. Es ist aber zu beachten, dass der Gehalt an Linolsäure stark von der Fütterung abhängt, d.h. mit Häufigkeit des Weidegangs bzw. Grüngrasfütterung zunimmt. Da Schafe bislang noch nicht so intensiv gehalten werden wie Kühe sind häufige Weidegänge zu vermuten und somit auch der hohe Gehalt an Linolsäure zu erklären.

Studien geben Anlass zur Vermutung, dass die Aufnahme von Linolsäure über die Nahrung in Form von Milch- und Milchprodukten direkten Einfluss auf den Gehalt in der Milch stillender Frauen hat. Erwachsene in Deutschland haben eine tägliche Linolsäureaufnahme von 400 mg. Fast 60 % der aufgenommenen Linolsäure stammen aus Milch, Milchprodukten und Rindfleisch.

Durch den hohen Gehalt an Linolsäure in Kuh- und Schafmilch (besonders in den Sommermonaten) und vor dem Hintergrund des antikarzinogenen Effekts der Linolsäure sollten diese Milcharten in der Ernährung von Säuglingen und Erwachsenen mehr Aufmerksamkeit bekommen (25). Neben der Linolsäure ist auch der hohe Gehalt an Linolensäure in Schafmilch zu erwähnen.

4.1.3 Kohlenhydrate

Der Laktosegehalt in Schafmilch beträgt 4,7 g/ 100 g. Kuhmilch dagegen weist neben der gleichen Menge an Kohlenhydraten noch kleinste Anteile an Glucose (7,6 mg/100 g Milch), Galaktose (8,4 mg/100 g Milch) und Myoinositol (2,7 mg/100 g Milch) auf. Humanmilch dagegen hat einen

Tab. 9: Zusammensetzung von Kuh-, Ziegen-, Schaf- und Humanmilch in g/100g (14)

Inhaltsstoff	Maßeinheit	Kuhmilch	Ziegenmilch	Schafmilch	Humanmilch
Wasser	g	87,2	86,6	82,7	87,5
Protein (N × 6,25)	g	3,26	3,61	5,6	1,1
Fett	g	3,8	3,2	6,6	4,3
Kohlenhydrate	g	4,7	4,2	4,7	7,00
Ascheanteil	g	0,74	0,79	0,86	0,21
Mineralstoffe:					
Natrium	mg	48,0	42	30,0	13
Kalium	mg	157,0	181	182,0	46
Magnesium	mg	12	11	11,0	3,2
Calcium	mg	120	127	183,0	29
Eisen	µg	46,0	41	70,0	58
Zink	µg	380	248	426,0	134
Phosphor	mg	92	109	115,0	15
Jod	µg	2,7	4,1	kA (10)*	5,1
Kupfer	µg	10	11	26	35
Vitamine:					
Carotinoide	µg	17	35	5,0	3,0
Vitamin A	µg	32	68	50	69
Vitamin D	ng	74	250	kA (160)*	67
Vitamin E	µg	128	kA (100)*	kA (200)*	278
Thiamin (B ₁)	µg	37	49	48,0	15
Riboflavin (B ₂)	µg	180	150	230	38
Niacin	µg	90	320	4,5	170
Niacinäquivalente**	mg	0,8	1,1	1,6	kA
Vitamin B ₆	µg	36	27	kA (80)*	14
Vitamin B ₁₂	ng	420	70	510	50
Folsäure	µg	6,7	0,8	kA (5,0)*	8,0
Vitamin C	mg	1,7	2	4,3	6,5

*Quellenangaben stammen aus: Heseker, B., Nährstoffe in Lebensmitteln: die große Energie- und Nährwerttabelle. Frankfurt/Main. 1993 ** 1mg Niacinäquivalent = mg Niacin + Tryptophan/60 kA = keine Angabe

Laktosegehalt von 7 g/100 g.

Die Calciumabsorption kann durch Laktose in der Nahrung deutlich verbessert werden. Durch mikrobiellen Abbau im Intestinaltrakt entsteht Milchsäure, welche zur Bildung eines sauren pH-Wertes führt und somit die Löslichkeit und Verfügbarkeit des Calciums für die Absorption verbessert.

Laktose wird langsam resorbiert und hat eine leicht laxierende Wirkung. Dies ist durch die pH-Wert Erniedrigung zu erklären, die die Darmperistaltik erhöht (3).

Im Zusammenhang mit Laktose ist die Laktoseunverträglichkeit zu nennen als Folge eines Mangels an den Enzymen Laktase bzw. Galaktokinase. Die Laktoseintoleranz tritt in drei Formen auf:

1. Kongenitale Laktose-Intoleranz, welche äußerst selten ist und bereits in den ersten Lebenswochen zum Vorschein kommt. Hier wird von Geburt an keine Laktase gebildet.
2. Erbliche (primäre) Laktose-Intoleranz, welche bei der Mehrzahl der Erkrankten (beginnend im Alter zwischen 3-7 Jahren) beobachtet wird.
3. Erworbene (sekundäre) Laktose-Intoleranz, die als Folge verschiedener Darmerkrankungen, Darminfektionen nach Schädigung des Darmepithels auftritt.

Bei der Laktose-Intoleranz gelangt nicht resorbierbare Laktose in die Dickdarmabschnitte und löst dort eine osmotisch bedingte Wasserretention aus. Dieser Vorgang führt zu einer verstärkten Aktivität laktosespaltender Mikroorganismen, was Blähungen und Durchfällen hervorruft (18).

4.2 Vitamine und Mineralstoffe

4.2.1 Vergleich ausgewählter Vitamine in Kuh- und Schafmilch

Schafmilch weist höhere Gehalte an Vitamin A, D, E, Riboflavin, B₆, B₁₂ und Vitamin C auf als Kuhmilch. Während der Gehalt an Niacin unter dem der Kuhmilch liegt, ist das Niacinäquivalent in doppelter Menge wie in Kuhmilch vorhanden, was auf den hohen Tryptophangehalt in

Schafmilch zurückzuführen ist (vgl. Tabelle 4). Der Folsäuregehalt der Schafmilch liegt unter dem der Kuhmilch.

Zur Bewertung der Zahlen ist es sinnvoll, diese in Beziehung von Alter, Dispositionszustand und Geschlecht zu analysieren.

Tab. 10: Empfohlene Zufuhr ausgesuchter Vitamine in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht (DGE, 2000) (34)

Vitamine	Säuglinge		Kinder		Erwachsene				Schwan- gere	Stillende
	0-3 Mon.	3-12	1-6 J m	7-14 J w	15-50J m	< 51J w	m	w		
Vitamin A* mg/Tag	0,5	0,6	0,6	0,9	1,0	0,8			1,1	1,5
Vitamin D µg/Tag	10	10	5	5	5	7,5			5	5
Vitamin E mg/Tag	3	4	7	12	15	13			13	17
Thiamin (B ₁) mg/Tag	0,2	0,4	0,7	1,3	1,3 1,0	1,1 1,0			1,2	1,4
Riboflavin (B ₂) mg/Tag	0,3	0,4	0,8	1,4	1,5 1,2	1,2 1,2			1,5	1,6
Niacin-Äqui- valent** mg/Tag	2	5	9	15	17	13	1	4 1 3	15	17
Vitamin B ₆ mg/Tag	0,1	0,3	0,4	1,0	1,5 1,2	1,5 1,2			2,6	2,2
Folsäure*** µg/Tag	60	80	250	400	400	400			600	600
Vitamin B ₁₂ µg/Tag	0,4	0,8	1,3	2,3	3,0	3,0			3,5	4,0
Vitamin C mg/Tag	50	55	65	90	100	100			110	150

*1mg Retinol-Äquivalent = 12 mg andere Provitamin A-Carotinoide = 6 mg all-trans-β-Carotin; **1 mg Niacin-Äquivalent = mg Niacin + mg Tryptophan/60; *** berechnet auf Gesamtfolat (Summe folatwirksamer Verbindungen in üblicher Nahrung)

4.2.2 Bedarfsdeckung ausgewählter Vitamine bei Erwachsenen

Hier wird der Beitrag der Kuh- und Schafmilch zur Bedarfsdeckung des Menschen an ausgewählten Vitaminen dargestellt. Da Erwachsene und Kinder eine Reihe anderer Lebensmittel verzehren, können diese Zahlen nur Tendenzen des Nährwerts von Schafmilch wiedergeben.

Tab. 11: Bedarfsdeckung ausgewählter Vitamine von 1 Liter Kuh- und Schafmilch für erwachsene Männer und Frauen in %

Vitamine	Kuhmilch		Schafmilch	
	m	w	m	w
Vitamin A* 15-50 Jahre	32		50	
< 51 Jahre	40		63	
Vitamin D 15-50 Jahre	15		32	
< 51 Jahre	10		21	
Vitamin E 15-50 Jahre	9		13	
< 51 Jahre	10		15	
Thiamin (B ₁) 15-50 Jahre	28	37	37	48
< 51 Jahre	34	37	44	48
Riboflavin (B ₂) 15-50 Jahre	120	150	153	192
< 51 Jahre		150		192
Niacin-Äqui.** 15-50 Jahre	47	62	94	123
< 51 Jahre	57	62	114	123
Vitamin B ₆ 15-50 Jahre	24	30	53	67
< 51 Jahre	24	30	53	67
Folsäure 15-50 Jahre	17		13	
< 51 Jahre	17		13	
Vitamin B ₁₂ 15-50 Jahre	140		170	
< 51 Jahre	140		170	
Vitamin C 15-50 Jahre	17		43	
< 51 Jahre	17		43	

Sowohl Kuh- als auch Schafmilch sind gute Lieferanten von Vitamin A, Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B₆, B₁₂ und Vitamin C. Die Bedarfsdeckung an Vitaminen durch Schafmilch ist abgesehen von Folsäure besser als bei Kuhmilch, deutlich höher ist der Gehalt an Vitamin A, D,

Niacin, Vitamin B₆ und Vitamin C in Schafmilch.

Da Schafmilch einen sehr hohen Fettgehalt aufweist, wird empfohlen, nur ⅛ - ¼ Liter Schafmilch pro Tag zu trinken. In der Tabelle 12 findet sich der Beitrag dieser täglichen Trinkmenge zur Vitaminversorgung.

Tab. 12: Bedarfsdeckung ausgewählter Vitamine von ⅛ und ¼ Liter Schafmilch für erwachsene Männer und Frauen in %

1.1 Vitamine	⅛ l Schafmilch		¼ l Schafmilch	
	m	w	m	w
Vitamin A* 15-50 Jahre	7		13	
< 51 Jahre	8		16	
Vitamin D 15-50 Jahre	2		4	
< 51 Jahre	2		3	
Vitamin E 15-50 Jahre	3		6	
< 51 Jahre	4		8	
Thiamin (B ₁) 15-50 Jahre	5	6	9	12
< 51 Jahre	6	6	11	12
Riboflavin (B ₂) 15-50 Jahre	19	24	38	48
< 51 Jahre	24	24	48	48
Niacin –Äqui.** 15-50 Jahre	12	16	24	31
< 51 Jahre	15	15	29	29
Vitamin B ₆ 15-50 Jahre	7	9	13	17
< 51 Jahre	7	9	13	17
Folsäure 15-50 Jahre	2		3	
< 51 Jahre	2		3	
Vitamin B ₁₂ 15-50 Jahre	22		43	
< 51 Jahre	22		43	
Vitamin C 15-50 Jahre	6		11	
< 51 Jahre	6		11	

Abgesehen von Riboflavin, Niacin und Vitamin B₁₂ trägt Schafmilch bei diesen Verbrauchsmengen weniger als 10 % bei.

4.2.3 Bedarfsdeckung ausgewählter Vitamine bei Kindern (1-15 Jahre)

Die prozentuale Bedarfsdeckung einzelner Vitamine verhält sich bei Kindern ähnlich wie bei Erwachsenen. Vitamin D und E sind in Kuhmilch in geringer Menge vorhanden. Folsäure und Vitamin C werden nur zu 17-27 % über einen Liter Kuhmilch gedeckt (Tab. 13). Schafmilch leistet den doppelten Beitrag an Vitamin D und E wie Kuhmilch und deckt den Bedarf vor allem an Riboflavin, Niacin und Vitamin B₁₂, deren Deckungsbeitrag weit über 100 % liegt. Bei Schafmilch ist der Deckungsbeitrag von Folsäure geringer als von Kuhmilch. (20 zu 27 %)

Tab. 13: Bedarfsdeckung ausgewählter Vitamine von 1 Liter Kuh- und Schafmilch für Kinder (1-15 Jahre) in %

Vitamine		Kuhmilch		Schafmilch	
		m	w	m	w
Vitamin A	1-6 Jahre	53		83	
	7-15 Jahre	36	36	56	56
Vitamin D	1-6 Jahre	15		32	
	7-15 Jahre	15		32	
Vitamin E	1-6 Jahre	18		29	
	7-15 Jahre	11		17	
Thiamin (B ₁)	1-6 Jahre	53		69	
	7-15 Jahre	31	37	40	48
Riboflavin (B ₂)	1-6 Jahre	225		288	
	7-15 Jahre	129	150	164	192
Niacin-Äqui.	1-6 Jahre	89		178	
	7-15 Jahre	53	57	107	114
Vitamin B ₆	1-6 Jahre	90		200	
	7-15 Jahre	36		80	
Folsäure	1-6 Jahre	27		20	
	7-15 Jahre	17		13	
Vitamin B 12	1-6 Jahre	323		392	
	7-15 Jahre	182		221	
Vitamin C	1-6 Jahre	26		66	
	7-15 Jahre	19		48	

Bei einem täglichen Milchkonsum von $\frac{1}{2}$ Liter bei Kindern sind die Deckungsbeiträge geringer. Wegen des hohen Fettgehaltes der Milch kann Schafmilch auch verdünnt getrunken werden.

Tab. 14: Bedarfsdeckung ausgewählter Vitamine von $\frac{1}{2}$ Liter Kuh- und Schafmilch für Kinder (1-15 Jahre) in %

Vitamine	$\frac{1}{2}$ l Kuhmilch		$\frac{1}{2}$ l Schafmilch			
	m	w	unverdünnt		$\frac{2}{3} = \frac{1}{3}$ l	
	m	w	m	w	m	w
Vitamin A 1-6 Jahre	27		42		28	
7-15 Jahre	18		28		19	
Vitamin D 1-6 Jahre	8		16		11	
7-15 Jahre	8		16		11	
Vitamin E 1-6 Jahre	9		15		10	
7-15 Jahre	5		9		6	
Thiamin (B_1) 1-6 Jahre	27		35		23	
7-15 Jahre	15	18	20	24	13	16
Riboflavin (B_2) 1-6 Jahre	113		144		96	
7-15 Jahre	65	75	82	96	55	64
Niacin-Äqui. 1-6 Jahre	45		89		59	
7-15 Jahre	26	29	54	57	36	38
Vitamin B_6 1-6 Jahre	45		100		67	
7-15 Jahre	18		40		27	
Folsäure 1-6 Jahre	14		10		7	
7-15 Jahre	9		7		5	
Vitamin B_{12} 1-6 Jahre	162		196		130	
7-15 Jahre	91		98		74	
Vitamin C 1-6 Jahre	13		33		22	
7-15 Jahre	9		24		16	

$\frac{1}{2}$ Liter Kuhmilch leistet einen guten Beitrag zur Bedarfsdeckung von Riboflavin, Niacin, Vitamin B_6 und B_{12} . Schafmilch im Vergleich deckt den einen guten Teil des Bedarfs an Vitamin A, Riboflavin, Niacin, Vitamin B_6 und B_{12} , verdünnte Schafmilch leistet noch einen guten Deckungsbeitrag an Riboflavin, Niacin, Vitamin B_6 und B_{12} . Gering vorhandene Vitamine sind Vitamin D, E und Folsäure.

4.2.4 Bedarfsdeckung ausgewählter Vitamine bei Säuglingen

Die Trinkmenge eines Säuglings steigert sich langsam von 100 ml/Tag auf 500 ml nach 2-3 Wochen und auf 1 l nach 4 Monaten. Die beste Nahrung ist die Muttermilch. Falls nicht gestillt werden kann, muss gesagt werden, dass generell sowohl Kuh- als auch Schafmilch als alleinige Flaschennahrung nicht geeignet ist, da sich beide Milcharten in ihren Nährstoffen von der Muttermilch zu sehr unterscheiden. Deshalb wird Ersatzmilch für Säuglinge nur in entsprechenden Rezepten für Brei- und Flaschennahrung verdünnt verwendet. Bis zum 4. Lebensmonat wird Kuhmilch als Halbmilch (halb Milch halb Wasser), ab dem 5. Lebensmonat als $\frac{2}{3}$ Milch genommen. Dies wird beim Vergleich der Milcharten für die Bedarfsdeckung der Vitamine berücksichtigt. Ein Säugling mit 4 Monaten trinkt daher maximal $\frac{1}{2}$ l Milch Kuh- oder Schafmilch (1 l Milchmenge verdünnt als Halbmilch = $\frac{1}{2}$ l), aber 1 l Humanmilch (unverdünnt). Ab dem 5. Monat kann bereits eine Mahlzeit durch Gemüsebrei ersetzt werden, so dass andere Lebensmittel dazutreten. Hier werden die Beiträge der drei Milcharten verglichen, nicht aber die Rezepte für Flaschennahrung auf Bedarfsdeckung untersucht.

Tab. 15: Bedarfsdeckung ausgewählter Vitamine von 1 Liter Kuh-, Schaf- sowie Humanmilch für Säuglinge im Alter von 4-12 Monaten in %

Vitamine	Kuhmilch		Schafmilch		Humanmilch 1 l
	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	
Vitamin A	27	35	41	55	115
Vitamin D	3,7	5	8	11	6,7
Vitamin E	16	21	25	33	70
Thiamin (B ₁)	46	62	60	80	38
Riboflavin (B ₂)	225	300	288	383	95
Niacin-Äqui.	80	107	160	213	100
Vitamin B ₆	60	80	133	178	47
Folsäure	41	56	31	42	100
Vitamin B ₁₂	262	350	319	425	63
Vitamin C	15	20	39	52	118

Abgesehen von Folsäure ist die Bedarfsdeckung an Vitaminen für Säuglinge über Schafmilch besser als über Kuhmilch. Der Vitamin A Bedarf wird zu 55 % über $\frac{2}{3}$ Schafmilch gedeckt, zu 115 % über Humanmilch. Humanmilch enthält sehr wenig Vitamin D, ähnlich wie Kuhmilch. Verdünnte Schafmilch, obwohl sie ebenfalls geringe Konzentrationen aufweist, hat fast doppelt soviel Vitamin D wie Humanmilch. Sie deckt zu einem mehrfachen den Bedarf an Riboflavin, Niacin, Vitamin B₆ und Vitamin B₁₂. Nur die Hälfte des Beitrages an Vitamin E, Folsäure und Vitamin C wird von ihr verglichen mit der Humanmilch gedeckt.

4.2.5 Diskussion Vitamine

Bei **Erwachsenen** trägt $\frac{1}{4}$ Liter Schafmilch täglich nur etwa 10 % zum Bedarf an Vitaminen bei, abgesehen von **Riboflavin** (38-48 %), **Niacin** zu 24-31 % und **Vitamin B₁₂** mit 43 %.

Geht man von 1 Liter Schafmilch aus, so ist die Bedarfsdeckung aller Vitamine mit Ausnahme der **Folsäure** und **Vitamin D, E** und **C** gut und übertrifft Kuhmilch. Obwohl Milch- und Milchprodukte zu den folatliefernden Lebensmitteln gehören, kann der Bedarf an diesem Vitamin bei Verwendung von Schafmilch statt Kuhmilch über Gemüse, Vollkornbackwaren, Fleisch, Eier gedeckt oder ergänzt werden.

Milch dient nicht als Quelle für **Vitamin E**, so dass der geringe Deckungsbeitrag an diesem Vitamin durch Schafmilch nicht relevant ist.

Generell sollte Schafmilch aufgrund des hohen Fett- und Proteingehaltes nicht in zu großer Menge von Erwachsenen verzehrt werden. Sie trägt in begrenzter Trinkmenge mit Ausnahme von Riboflavin, Niacin und Vitamin B₁₂ kaum zur Deckung des Vitaminbedarfs bei.

Bei der Versorgung der **Kinder und Jugendlichen** mit Vitaminen kann Schafmilch einen wertvollen Beitrag leisten. Abgesehen von Folsäure, Vitamin E und D deckt schon $\frac{1}{2}$ Liter Schafmilch den Bedarf an Vitaminen zwischen 20-100 %. Die Bedarfsdeckung liegt höher als bei $\frac{1}{2}$ Liter Kuhmilch.

Der **Folsäure**bedarf kann über $\frac{1}{2}$ Liter Schafmilch nur zu 7-10 % gedeckt werden (Kuhmilch zu 9-14 %). Bei Kindern ist zu berücksichtigen, dass infolge vermehrter Zellneubildung während der Wachstumsphase auch ein erhöhter Folsäurebedarf besteht. Bei dem Verzehr von Schafmilch anstelle von Kuhmilch wäre also darauf zu achten, dass Folsäure über Gemüse (Tomaten, Kohlrarten, Spinat, Gurken), Vollkornwaren und Eiern

zugeführt und ergänzt wird. Hinzuzufügen ist, dass Folsäure in Kuhmilch proteingebunden (β -Laktoglobulin) vorliegt und in dieser Form sehr gut resorbierbar ist (34). Ob dies bei Schafmilch so ähnlich ist, wäre zu überprüfen.

Vitamin E kommt vor allem in kaltgepressten Pflanzenölen, Sonnenblumenkerne, Mandeln, Nüssen, Vollkornprodukten vor, wobei ein Mangel an diesem Vitamin bei gesunden Menschen nicht bekannt ist (4).

Vitamin D ist wichtig für die Calciumhomöostase und wirkt dem Absinken der Plasma-Calciumkonzentration entgegen, indem entweder mehr Calcium absorbiert oder Calcium aus dem Skelett mobilisiert wird. Ein Mangel an Vitamin D führt zur mangelhaften Mineralisierung der Knochen und äußert sich bei Kindern im Erscheinungsbild der Rachitis, welche primär auf Calciummangel beruht. Rachitis tritt hauptsächlich bis zum zweiten Lebensjahr auf. Die Synthetisierung von Vitamin D in der Haut ist bei ausreichender Sonneneinstrahlung möglich. Die klimatischen Verhältnisse in Deutschland lassen teilweise eine nur unzureichende Synthese des Vitamins vermuten, so dass orale Vitamin D Gaben bei Säuglingen bis zum ersten Lebensjahr von vielen Kinderärzten empfohlen werden. Beim Kleinkind entsteht nach ausreichender Vitamin D Versorgung im Säuglingsalter keine Gefahr der Rachitis. Da die maximale Knochenmasse erst im dritten Lebensjahrzehnt erreicht wird, ist die notwendige Vitamin D Zufuhr nicht bekannt und wird geschätzt. (27) Lebensmittel mit hohem natürlichem Vitamin D Gehalt sind Lebertran, Hering, Leber, Eigelb, Butter und Pilze (15). Die Versorgung mit Vitamin D über $\frac{1}{2}$ Liter Schafmilch beträgt 16 % des täglichen Bedarfs (bei Kuhmilch nur 8 %) und ist als unzureichend zu bewerten.

Nach Renner, E. (3) ist in der Ernährung von Kindern manchmal eine Unterversorgung der **Vitamine A, B₁, Riboflavin (B₂), B₆ und Folsäure** festzustellen. Diese Versorgungslücke könnte über Schafmilch gedeckt werden (mit Ausnahme von Folsäure).

Als **Vitamin A** Quellen sind Leber und Gemüse mit hohem Carotingehalt wie Karotten, Spinat, Grünkohl, Salat bekannt, wobei deren Ausnutzung durch die gleichzeitige Zufuhr von Milch und Fett noch günstiger ist. Käse, Milch und Eier gelten als gute Vitamin A Quellen. Während Mangelerkrankungen in Industrieländern extrem selten sind, werden diese in Entwicklungsländern häufig beobachtet (3). Mangelerkrankungen ä-

ßern sich in Wachstums- und Fortpflanzungsstörungen, zur Erkrankung der Augen und Austrocknung der Schleimhäute. Bei der Keratomalazie verhärteten sich die Zellen der Hornhaut lederartig, bei der Xerophthalmie kommt es zur Verhornung des Bindegewebes und des Tränendrüsen- gewebes. Beide Formen können zur Erblindung führen. Durch die Eintrock- nung von Schleimhäuten, bei der mehr Keratin in die Zellen eingelagert wird, verliert die Haut die Fähigkeit, Infektionserreger abzuwehren, so dass es leichter zu Infektionskrankheiten kommen kann. ½ Liter Schaf- milch deckt den Vitamin A Bedarf zwischen 28-42 %, so dass Schafmilch eine gute Vitamin A Quelle darstellt. Die Verwendung von Schafmilch in Entwicklungsländern wäre daher von Vorteil.

Vitamin B₁ (Thiamin) ist vor allem in Vollgetreide, Hülsenfrüchten, Nüs- sen und Ölsaaten, magerem Schweinefleisch und Eiern zu finden. Geringe Mengen weisen Gemüse und Kuhmilch auf (15). Männliche Jugendli- che haben in Deutschland teilweise zu wenig Thiamin in ihrer Nahrung. Schafmilch deckt den Bedarf besser als Kuhmilch.

Als wesentliche Quellen für **Riboflavin** (Vitamin B₂) gelten Milch, Käse, Fleisch, Eier, Getreideerzeugnisse sowie Seefische. Riboflavin wirkt im Organismus in Form der Coenzyme FMN und FAD und stellen das Redoxsystem in der mitochondrialen Atmungskette dar. Der Stoffwechsel von Hornhaut und Linse sind sehr vom Riboflavin abhängig. Außerdem ist es wichtig für die Erhaltung der Myelinschicht von Nerven. Vitamin- mangel äußert sich in entzündlichen Hauterkrankungen, Mundwinkel- Rhagaden, Wachstumshemmungen und Anämien und kann in Entwick- lungsländern auftreten. Antibiotika können die Synthese von Riboflavin durch Darmbakterien unterbinden, wobei noch unklar ist, ob dadurch ein Mangel entsteht. Des weiteren ist Chinin z.B. aus Getränken ein Vi- tamin B₂-Antagonist. (27). Der Riboflavinbedarf wird bei Kindern zwis- chen 7-15 Jahren zu ca. 65 % über einen ½ Liter Kuhmilch, über ½ Liter Schafmilch zu 82 % gedeckt. Durch eine Ergänzung mit Milchprodukten, Eiern und Getreideerzeugnissen ist der Bedarf ausreichend gedeckt.

Vitamin B₆ ist in über 60 verschiedenen Enzymsystemen des Amino- säure- und Proteinstoffwechsels als Coenzym tätig (15). Vitamin B₆ ist in nahezu allen Lebensmitteln enthalten, besonders hoch ist der Gehalt in Hühner- und Schweinefleisch, Fisch, einigen Gemüsearten wie Kohl, grüne Bohnen, Linsen, Feldsalat, Kartoffeln, Vollkornprodukten und Ba- nanen (27). Somit sind ernährungsbedingte Mangelerscheinungen selten.

Ein Mangel äußert sich in Symptomen wie Appetitlosigkeit, Erbrechen, Wachstumsstörungen, Anämien, Degeneration der Nerven, Depressionen (15).

Der Vitamin B₆ Gehalt ½ Liter Schafmilch deckt zu 40-100 % den täglichen Bedarf des Vitamins und liegt höher als in Kuhmilch (18-45 %).

Ein Mangel an *Vitamin B₁₂* ist nur bei strenger vegetarischer Kost zu erwarten. Da die landesübliche Ernährung in Mitteleuropa Vitamin B₁₂ Mengen enthält, die weit über dem Tagesbedarf liegen, sind Mangelercheinungen nur bei vegan ernährten Kindern bekannt (34). Vitamin B₁₂ ist überwiegend in Fleisch, Milch, Fisch, Eiern, fermentierten Lebensmitteln und in Spuren in anderen pflanzlichen Produkten enthalten. ½ Liter Schafmilch deckt den Bedarf des Vitamins zu 98-196 % (1/2 Liter Kuhmilch zu 91-162 %).

Auch in der **Säugling**sernährung leistet Schafmilch einen guten Beitrag zur Deckung der Vitamine mit Ausnahme von Vitamin D, dessen Beitragsdeckung aber immer noch höher ist als die der Kuhmilch und Humanmilch.

Man geht davon aus, dass trotz des niedrigen *Vitamin D* Gehaltes der *Muttermilch* der gestillte Säugling ausreichend gegenüber Rachitis geschützt ist. Dieses liegt in der größeren Vitamin D-Wirksamkeit der Humanmilch begründet, die einen höheren Gehalt an wasserlöslichem Vitamin D-Sulfat aufweist (3). Die Supplementierung von Vitamin D in Form von Vitamin D Präparaten, wie sie heute von vielen Kinderärzten empfohlen wird, sollte von den Müttern entschieden und auch davon abhängig gemacht werden, ob der Säugling gestillt wird oder nicht, in welcher Jahreszeit er geboren ist und wie viel er an frischer Luft und Sonne ist (Vitamin D-Synthese durch UV-Strahlen).

Folsäure wird nur zu 42 % über verdünnte Schafmilch gedeckt. Folsäure und ihre Derivate sind vor allem an Prozessen der Zellteilung und Zellneubildung beteiligt, so dass ein Mangel an Orten hoher Zellteilungsrate wie roten und weißen Blutzellen oder der Darmschleimhaut auftritt. Leitsymptom des Folatmangels ist die hyperchrome, makrozytäre Anämie. Folsäure steht mit Eisen und Vitamin B₁₂ eng in Verbindung. Sie liegt in Milchprotein gebunden vor und wird sehr gut resorbiert. Man geht davon aus, dass die Folatzufuhr über die Muttermilch ausreichend ist für den Säugling (27). In der zitierten Studie geht man von einer Folatzufuhr von 5 µg/100 ml Frauenmilch aus. Nach *Souci* (14) enthält Humanmilch

8 µg Folsäure pro 100 ml und Schafmilch 5 µg, so dass eine Bedarfsdeckung an Folsäure über Schafmilch trotz des geringeren Gehaltes zu erwarten ist.

Schafmilch enthält *Vitamin A*, *E* und *C* zu einem geringeren Anteil als Humanmilch. Vitamin A wird mit $\frac{2}{3}$ Schafmilch zu 55 % zugeführt (verdünnte Kuhmilch zu 35 %), Vitamin D zu 11 (Kuhmilch zu 5 %), Vitamin E zu 33 % (Kuhmilch zu 21 %), Vitamin C zu 52 % (Kuhmilch zu 20 %). Durch frühzeitige Beikost in Form von Karotten und später Vitamin C haltigem Obst kann der Bedarf an Vitamin A und C gedeckt werden.

Vitamin E wird über Humanmilch zu 70-93 %, über verdünnte Schafmilch zu 33-45 % gedeckt (verdünnte Kuhmilch zu 21-29 %). Aufgrund des eingeschränkten Tocopheroltransports von der Plazenta zum Fetus verfügen Neugeborene über sehr geringe Speicher an diesem fettlöslichen Vitamin. Frauenmilch enthält ausreichend Vitamin E. Selbsthergestellte Säuglingsnahrung auf Kuhmilchbasis wird mit Keimöl angereichert, um den Bedarf an Vitamin E zu decken. Ob eine zusätzliche Anreicherung der Schafmilch mit Öl sinnvoll ist, müsste überprüft werden, da Schafmilch sehr viel Fett enthält. Bei einem Fettgehalt von 6,26 g/100g hätte $\frac{2}{3}$ Schafmilch noch einen Fettgehalt von 4,2 g/100 g, Humanmilch von 4 g/100 g.

Niacin ist Bestandteil der Coenzyme NAD und NADP, welche am Auf- und Abbau von Kohlenhydraten, Fettsäuren und Aminosäuren beteiligt sind. Das Vitamin ist für die Funktionsfähigkeit des Magen-Darm-Traktes sowie des Nervensystems wichtig (4). Niacin ist vor allem in Fleisch, Innereien und Fisch vorhanden. Milch und Eier besitzen sehr wenig Niacin; wegen ihres hohen Tryptophangehaltes haben sie jedoch ein hohes Niacinäquivalent. Niacin kann aus der essentiellen Aminosäure Tryptophan gebildet werden: 60 mg Tryptophan ergibt 1mg Niacin. Bei Niacinmangel kommt es zur Entstehung von Pellagra, welche sich als Dermatitis äußert, gefolgt von Diarrhoe, bei Verschlimmerung der Krankheit zur geistigen Umnachtung bis zum Tod (4). Da Niacin aus Tryptophan gebildet wird, tritt Niacinmangel erst dann auf, wenn auch der Aminosäurestoffwechsel gestört ist. Niacinmangel ist häufig auch mit einem Mangel an Vitamin B₆ verbunden, welches für die Umwandlung von Tryptophan in Niacin notwendig ist (15). Pellagra tritt in Bevölkerungsgruppen auf, die sich überwiegend von Mais ernähren und nicht die alkalische Zubereitung kennen, da Mais arm an Tryptophan ist und Niacin in nicht-absorbierba-

rer Form enthält (15).

Wie aus Tabelle 9 zu ersehen, hat Schafmilch ein doppelt so hohes Niacinäquivalent wie Kuhmilch, obwohl der Gehalt an Niacin deutlich unter dem der Kuhmilch liegt. Das Niacinäquivalent der Schafmilch ist fast so hoch wie der Niacingehalt der Humanmilch und somit in ausreichendem Maße für die Versorgung des Säuglings vorhanden.

Tab. 16: Vergleich der Vitamine der Milcharten mit den EG-Empfehlungen für Säuglingsanfangsnahrung (100 g)

Inhaltsstoff	½ Kuhmilch	½ Schafmilch	Humanmilch	Säuglingsanfangsnahrung**
Vitamin A µg	16	25	69	42-126
Vitamin D ng	37	80*	67	70-175
Thiamin (B ₁) µg	18	24	15	> 28
Riboflavin (B ₂) µg	90	115	38	> 42
Vitamin B ₆ µg	18	40*	14	>25
Vitamin B ₁₂ ng	210	255	50	> 70
Folsäure µg	3,4	2,5*	8,0	>2,8
Vitamin C mg	0,9	2,2	6,5	>5,6

*Quellenangaben stammen aus: Heseker, B.. Nährstoffe in Lebensmitteln: die große Energie- und Nährwerttabelle. Frankfurt/Main. 1993 ** Aus den EG-Richtlinien über Säuglingsanfangs- und Folgenahrung

Vergleicht man den Vitamingehalt von Halb-Kuh- bzw. Schafmilch mit den Vorgaben für Säuglingsfertiernahrung so sind bis auf Vitamin A und C die bei verdünnter Schafmilch die Vorgaben erreicht. Die leichte Unterdeckung an Thiamin wird durch zugesetzten Getreideschleim ausgeglichen.

4.3 Mineralstoffe und Spurenelemente

Die Konzentrationen von Mineralstoffen und Spurenelementen sind in Tabelle 9 aufgeführt und zeigen, dass Schafmilch im Vergleich zu Kuhmilch mit Ausnahme von Natrium höhere Konzentrationen der Elemente hat.

Die absoluten Konzentrationen lassen sich mit den Empfehlungen der

Tab. 17: Empfohlene Zufuhr ausgesuchter Mineralstoffe und Spurenelemente nach Alter und Geschlecht (DGE, 2000) (34)

Mineralstoffe und Spurenelemente		Säuglinge		Kinder			Erwachsene			
		0-3	4-12	1-6	J	7-14	J	15-51J	<51J	
		Mon.		m			w	m	w	m
Natrium	mg/d	100	180	360		500		550		550
Kalium	mg/d	400	650	1200		1700		2000		2000
Magnesium	mg/d	40	60	100		240		370	325	350 300
Calcium	mg/d	220	400	600		1000		1100		1000
Phosphor	mg/d	120	300	550		1100		900		700
Ca/P *		2,0	1,0	0,70		0,65		0,68		0,65
Eisen	mg/d	0,5**	8	8	12	15		10	15	10
Jod	µg/d	50	80	110		170		200		190
Zink	mg/d	1	2	4	9	7		10	7	10 7
Kupfer	mg/d	0,4	0,65	0,5-1,0			1,0-1,5			

* *Calcium/Phosphor Verhältnis*; Die meisten Lebensmittel mit Ausnahme der Milch und Milchprodukte enthalten mehr Phosphor als Calcium und da der Anteil an Milch- und Milchprodukten in der Gesamtbevölkerung rückläufig ist, verschiebt sich der Calcium/Phosphor Quotient der Kost. Somit sind die in der Tabelle für die Bedarfsdeckung von Mineralstoffen und Spurenelemente angegebenen Ca/P Verhältnisse reine Zufuhrwerte und keine Bedarfschätzungen, die sich der heutigen hohen Phosphorzufuhr angepasst haben (27). Aufgrund der heutigen sehr hohen Phosphorzufuhr verschiebt sich also das Verhältnis Ca:P von 1:1 in Richtung 1: 1,5 (=0,65). ** Eisenbedarf erst ab dem 4. Monat.

DGE vergleichen. Zur Bewertung der Zahlen ist es sinnvoll, sie in Abhängigkeit von Alter, Dispositionszustand und Geschlecht darzustellen.

4.3.1 Bedarfsdeckung von Mineralstoffen und Spurenelementen bei Erwachsenen

1 Liter Kuhmilch trägt zur überwiegenden Bedarfsdeckung von Natrium, Kalium, Calcium und Phosphor bei, durch den höheren Gehalt dieser Elemente in Schafmilch werden sie mit Ausnahme von Natrium zu einem höheren Anteil durch Schafmilch gedeckt. Kuhmilch ist generell kein guter Lieferant von Eisen, Jod und Kupfer. Auch Schafmilch enthält wenig Eisen und Kupfer, kann aber den Jodbedarf zu 53 % decken. Schafmilch sollte aufgrund des hohen Fettgehaltes nur in kleinen Men-

Tab. 18: Bedarfsdeckung ausgewählter Mineralstoffe und Spurenelemente von 1 Liter Kuh- und Schafmilch für Erwachsene in %

Mineralstoffe und Spurenelemente		Kuhmilch m w		Schafmilch m w	
Natrium	> 15 Jahre	87		55	
Kalium	> 15 Jahre	79		91	
Magnesium	15-51 J. > 51 J.	32 34	37 40	29	36
Calcium	15-51 J. > 51 J.	110 120		166 183	
Phosphor	15-51 J. > 51 J.	102 131		128 164	
Eisen	15-51 J. > 51 J.	5 5	3	7 7	5
Jod	> 15 Jahre	14		53	
Zink	> 15 Jahre	38	54	43	61
Kupfer	> 15 Jahre	10-7		26-17	

gen getrunken werden. Es werden Mengen von ⅓-¼ Liter empfohlen. Somit verschieben sich die Werte der Bedarfsdeckung an Mineralstoffen und Spurenelementen.

Tab. 19: Bedarfsdeckung ausgewählter Mineralstoffe und Spurenelemente von ⅓ und ¼ Liter Schafmilch für Erwachsene in %

Mineralstoffe und Spurenelemente	⅓ l Schafmilch		¼ l Schafmilch	
	m	w	m	w
Natrium	7		14	
Kalium	11		22	
Magnesium	3,6	4,5	7,3	9
Calcium	21-23		42-46	
Phosphor	16-21		32-41	
Eisen	0,8-0,75	0,8-0,6	1,8-1,5	1,8-1,2
Jod	7		13	
Zink	6	8	11	15
Kupfer	4-3		7-5	

An Mineralstoffen und Spurenelementen kann die geringe Menge Schafmilch für Kalium, Calcium und Phosphor einen Beitrag zur täglichen Deckung der Mineralstoffe leisten, während die Gehalte der anderen Elemente zu gering sind, um nennenswert zur Bedarfsdeckung beizutragen.

4.3.2 Bedarfsdeckung von Mineralstoffen und Spurenelementen bei Kindern (1-15 Jahre)

Abgesehen von Eisen, Jod und Kupfer kann der Bedarf aller anderen aufgeführten Elemente über Kuhmilch ausreichend gedeckt werden. Schafmilch ist wie auch bei Kuhmilch kein nennenswerter Lieferant von Eisen, obwohl Schafmilch sogar noch $\frac{1}{3}$ mehr als Kuhmilch beisteuert. Dafür sind die Deckungsbeiträge der Schafmilch für Jod und Kupfer höher.

Tab. 20: Bedarfsdeckung ausgewählter Mineralstoffe und Spurenelemente von 1 Liter Kuh- und Schafmilch für Kinder in %

Mineralstoffe und Spurenelemente		Kuhmilch	Schafmilch
Natrium	1-6 Jahre	134	83
	7-15 Jahre	96	60
Kalium	1-6 Jahre	131	152
	7-15 Jahre	91	105
Magnesium	1-6 Jahre	120	110
	7-15 Jahre	50	46
Calcium	1-6 Jahre	200	305
	7-15 Jahre	120	182
Phosphor	1-6 Jahre	167	209
	7-15 Jahre	84	105
Eisen	1-6 Jahre	6	9
	7-15 Jahre	4	6
Jod	1-6 Jahre	25	91
	7-15 Jahre	16	59
Zink	1-6 Jahre	95	107
	7-15 Jahre	42	47
Kupfer	1-7 Jahre	20-10	52-26

Davon ausgehend, dass Kinder $\frac{1}{2}$ Liter Milch am Tag trinken, wird über den Verzehr von Kuhmilch der Bedarf an den Elementen Natrium, Kalium, Magnesium, Calcium, Phosphor und Zink zu 25-100 % gedeckt. Die Bedarfsdeckung von Eisen, Jod und Kupfer ist gering. $\frac{1}{2}$ Liter Schafmilch leistet einen besseren Beitrag als Kuhmilch, wobei die Bedarfsdeckung von Eisen und Kupfer so niedrig ist, dass sie wie alle Milcharten nicht als Versorger für diese Elemente in Frage kommt. $\frac{1}{2}$ Liter verdünnte Schafmilch (mit $\frac{1}{3}$ Wasser verdünnt = $\frac{1}{3}$ l Schafmilch) kann nur noch zur Deckung des Bedarfes an Kalium, Magnesium, Calcium und Phosphor beitragen. Der Bedarf an Jod wird über $\frac{1}{3}$ Liter Schafmilch zu 19-31 % und Zink zu 16-36 % gedeckt.

Tab. 21: Bedarfsdeckung ausgewählter Mineralstoffe und Spurenelemente von 1/2 Liter Kuh- und Schafmilch für Kinder in %

Mineralstoffe und Spurenelemente		$\frac{1}{2}$ l Kuhmilch	$\frac{1}{2}$ l Schafmilch unverdünnt $\frac{1}{3}$	
Natrium	1-6 Jahre	68	42	29
	7-15 Jahre	48	30	10
Kalium	1-6 Jahre	66	76	51
	7-15 Jahre	46	54	36
Magnesium	1-6 Jahre	60	55	37
	7-15 Jahre	25	23	15
Calcium	1-6 Jahre	100	152	101
	7-15 Jahre	60	91	67
Phosphor	1-6 Jahre	84	105	70
	7-15 Jahre	42	53	35
Eisen	1-6 Jahre	3	5	3
	7-15 Jahre	2	3	1
Jod	1-6 Jahre	13	46	31
	7-15 Jahre	8	29	19
Zink	1-6 Jahre	48	54	36
	7-15 Jahre	21	24	16
Kupfer	1-7 Jahre	10-5	26-13	17-9

4.3.3 Bedarfsdeckung von Mineralstoffen und Spurenelementen bei Säuglingen

Es wird empfohlen, den Säugling 4-6 Monate voll zu stillen, da die Muttermilch in dieser Zeit ausreichend für die Entwicklung ist. Trotzdem sind die Bedarfszahlen von der DGE so gewählt, dass ein etwas höherer Gehalt gewünscht ist, so dass selbst Muttermilch sie nur teilweise erfüllt (Tab. 22, 4. Spalte) . Ab dem 5.-7. Monat wird dann zugefüttert.

In der Leber des Neugeborenen besteht ein Depot an Eisen und Kupfer, das als Reserve in den ersten Monaten dient (3), wobei Neugeborene einen Kupfergehalt in der Leber aufweisen, der um das 3-10fache höher ist als bei Erwachsenen (15).

Tab 22: Bedarfsdeckung ausgewählter Mineralstoffe und Spurenelemente von 1 Liter Kuh- und Schafmilch mit ½ und ⅓ Wasser verdünnt sowie Humanmilch für Säuglinge in %

Mineralstoffe und Spurenelemente		Kuhmilch		Schafmilch		Humanmilch
		½	⅓	½	⅓	
Natrium	4-12 Monate	133	178	83	111	72
Kalium	4-12 Monate	121	161	140	187	72
Magnesium	4-12 Monate	100	133	92	122	53
Calcium	4-12 Monate	150	200	229	305	50
Phosphor	4-12 Monate	153	204	192	256	50
Eisen	4-12 Monate	3	4	4	6	7
Jod	4-12 Monate	17	23	62	83	64
Zink	4-12 Monate	95	127	106	142	67
Kupfer	4-12 Monate	7	10	20	27	54

Im Vergleich zur Kuh- und Schafmilch weist die Humanmilch einen geringen Gehalt an Natrium auf, die damit die Niere des Säuglings kaum belastet. Calcium in der Humanmilch wird vom Säugling besser absorbiert als aus der Kuhmilch, daher liegen auch hier optimale Mengen vor (3). Das Verhältnis Ca/P beträgt in Humanmilch 1:0,5 (=2:1). Dadurch wird die unreife Niere entlastet, deren Fähigkeit zur Ausscheidung von Phosphat noch eingeschränkt ist (27). Das Ca/P Verhältnis der Schafmilch liegt bei 1:0,6 und ist im Vergleich zur Kuhmilch mit 1:0,8 näher an dem der Humanmilch.

Abgesehen von den Elementen Eisen, Jod und Kupfer, wobei Eisen das kritischste Spurenelement ist, übertreffen die Mineralstoffe und Spuren-

elemente die Empfehlungen in Kuh- und Schafmilch außer Natrium mit 83 % und Magnesium mit 92 % bei Halb-Schafmilch. Der Bedarf an Jod wird noch zu 62-83 % über verdünnte Schafmilch gedeckt.

Bei genauer Betrachtung der einzelnen Elemente sind besonders Natrium, Kalium, Magnesium, Calcium und Phosphor in der $\frac{2}{3}$ Kuh- und Schafmilch in zu hoher Konzentration vorhanden und decken den Bedarf bis zu 200% (Phosphor) in Kuhmilch und 300 % (Calcium) in Schafmilch. Jod-, Kupfer- und Eisengehalte der Schafmilch sind denen der Humanmilch ähnlicher als in Kuhmilch.

4.3.4 Diskussion Mineralstoffe

Bei der Bewertung der Schafmilch im Hinblick auf ihre Beitragsleistung von Mineralstoffen und Spurenelementen werden wieder die drei Altersgruppen gesondert betrachtet.

Bei **Erwachsenen** ist die Bedarfsdeckung an Natrium, Kalium, Calcium, Phosphor, Zink, Kupfer und Jod bei 1 Liter Schafmilch gut. Knapp ist die Versorgung mit Eisen.

Natrium wird über Schafmilch nur zu 55 % (Kuhmilch 87 %) gedeckt. Generell wird zu einer Reduzierung des Kochsalzkonsums geraten, um die Gefahr von Hypertonie oder Ödemen zu verringern. Der Bedarf an Natrium ist durch die Kochsalzzufuhr der Nahrung oftmals übertroffen. Dadurch kommt es auch zur vermehrten Ausscheidung von Calcium im Urin. Dies ist besonders bedenklich für Frauen in der Menopause, da dies zu einer stärkeren Verminderung der Knochendichte führt und die Bildung von Osteoporose begünstigt (27). Hohe Gehalte an Natrium sind vor allem in zubereiteten Lebensmitteln zu finden wie zum Beispiel Wurstwaren, Brot, Fertigsaucen, Fertiggerichten, Hartkäse, die stark gesalzen werden. Milch, Weichkäse, Eier, Frischfleisch haben mittlere Gehalte an Natrium während Obst, Gemüse, Reis, Weizen natriumarm sind. Daher ist es zu begrüßen, wenn Milch wenig Natrium enthält.

Der Gehalt an **Magnesium** ist in Schafmilch nicht höher ist bei Kuhmilch. Allerdings könnte man davon ausgehen, dass das Magnesium durch den hohen Gehalt an Orotsäure in Schafmilch (vgl. 4.4) besser ausgenutzt wird. Dies ist aber noch nicht genau erforscht.

Magnesium aktiviert zahlreiche Enzyme des Energiestoffwechsels und spielt eine wichtige Rolle bei der neuromuskulären Reizübertragung an

den Synapsen sowie bei der Muskelkontraktion (27). Nach *Schwoerbel, W.* (23) wird Magnesium-Orotat für die Cholesterinesterase benötigt, die den Cholesterinspiegel senkt. Außerdem verändert es das Cholesterin-Fibrinogen-Verhältnis des Blutes, wobei Magnesium-Orotat als Antithrombotikum wirkt.

Calcium wird im Zusammenhang mit Osteoporose diskutiert. Obwohl der präventive Nutzen einer hohen Calciumaufnahme noch nicht ausreichend belegt ist, hat man die Empfehlung recht hoch angesetzt. Zwar kann der Knochenverlust nach der Menopause durch eine erhöhte Calciumzufuhr nicht aufgehalten werden, aber die Calciumeinlagerung wird durch zusätzliche Östrogengabe positiv beeinflusst. Negative Folgen wie die Begünstigung von Arteriosklerose durch hohe Calciumzufuhr im Alter sind bislang nicht bewiesen (27). Nach den Bedarfswerten sind sowohl Kuh- als auch Schafmilch eine gute Quelle zur Deckung des Calciumbedarfs.

Die Bedarfsdeckung an **Eisen** über Schafmilch ist mit 5-7 % pro Liter gering wie bei Kuhmilch. Generell ist Milch kein Eisenlieferant, so dass Lebensmittel wie Fleisch, Wurstwaren, Brot und Gemüse für eine ausreichende Eisenversorgung bei Erwachsenen sorgen. In Deutschland ist die Eisenversorgung ohnehin gut und überschreitet bei Männern den Bedarf. Lediglich Frauen sollten bis zur Menopause auf ihre Eisenwerte achten (27).

Der **Jod**bedarf eines Erwachsenen wird durch einen Liter Schafmilch zu 53 % gedeckt, durch Kuhmilch nur zu 14 %. Das Jodvorkommen in pflanzlichen und tierischen Lebensmitteln ist stark variabel und hängt von der Höhe des Jodvorkommens im Boden, Wasser und der Düngung sowie der Jodversorgung der Tiere ab (15). So werden auch Milch und Eier bei entsprechender Ernährung der Tiere jodreicher (27). Außer Meerestiere wie Fisch, Muscheln, Seetang weisen keine weiteren Lebensmittel hohe Jodgehalte auf, die hohe Bedarfsdeckung über den Verzehr von Schafmilch ist positiv zu bewerten.

Zink ist Bestandteil oder Effektor zahlreicher Enzyme, die eine wichtige Rolle im Nukleinsäure-, Protein-, Fett- und Kohlenhydratstoffwechsel spielen und bei der Insulinspeicherung sowie für das Immunsystem wichtig sind (15). Als gute Zinkquellen werden Milchprodukte, Muskelfleisch, Vollkorngetreide, verschiedene Fischarten und Gemüse genannt

(27). Während der Zinkbedarf eines Erwachsenen zu 38-54 % über Kuhmilch gedeckt wird, leistet Schafmilch einen Beitrag von 43-61 % zur täglichen Bedarfsdeckung. Zinkmangel kann bei Malabsorptionssyndromen und parenteraler Ernährung auftreten und äußert sich in Appetitlosigkeit, Verzögerung der Wundheilung und erhöhter Infektionsanfälligkeit (34). Bei einer gemischten Kost sollte kein Zinkmangel bei Erwachsenen zu befürchten sein.

Kupfer ist als Bestandteil wichtiger Enzyme und greift als Cofaktor stark in den Eisenstoffwechsel ein. Eine zu geringe Kupferzufuhr kann zur hypochromen mikrozytären Anämie führen. Weitere Mangelsymptome sind das Auftreten von Knochenfrakturen infolge einer Osteoporose. Die Kupferzufuhr in Deutschland ist in den letzten zehn Jahren angestiegen, es herrscht keine Mangelversorgung vor (27). Der Bedarf ist aber überwiegend über Lebensmittel wie Innereien, Fische, Schalentiere, Nüsse und grüne Gemüse zu decken, so dass Milch nur eine untergeordnete Rolle spielt (27). Milch wird als kupferarm bezeichnet (15), daher ist die Bedarfsdeckung über Milch bei Erwachsenen nicht relevant. Die Bedarfsdeckung an Kupfer beträgt über Schafmilch immerhin 17-26 %, über Kuhmilch nur 7-10 %.

Beschränkt sich der Verzehr von **Schafmilch** auf $\frac{1}{4}$ Liter, ist nur der Deckungsbeitrag von Calcium nennenswert und der niedrige Gehalt an Natrium positiv zu bewerten. Erwachsene trinken Schafmilch auch nicht wegen einer ausreichenden Bedarfsdeckung von Mineralstoffen und Spurenelementen, denn diese werden über verschiedene andere Nahrungsmittelquellen gedeckt.

Bei **Kindern** mit einem Verzehr von $\frac{1}{2}$ Liter Milch täglich leisten beide Milcharten einen guten Beitrag zur Deckung von Natrium, Kalium, Magnesium, Calcium und Phosphor. Aufgrund des Knochenwachstums sollten vor allem Kinder ausreichend mit Calcium versorgt werden, was mit $\frac{1}{2}$ Liter Schafmilch zu über 150 % gewährleistet ist.

Bislang war das **Ca/P Verhältnis** ein Maßstab zur Bewertung der Ausnutzbarkeit von Calcium. Es sollte möglichst mindestens 1:1 betragen. Humanmilch hat ein Ca/P Verhältnis von 2, Schafmilch von 1,6 und Kuhmilch von 1,3, so dass Schafmilch sehr positiv zu bewerten ist.

Die Konzentration des Calciums im Plasma schwankt erheblich unter dem Einfluss einer erhöhten Phosphorzufuhr. Durch die endokrine Re-

gulation der Calciumhomöostase bleibt die Plasmacalciumkonzentration auch nach relativ hoher Aufnahme von Calcium konstant. Der Organismus verfügt dagegen über keinen Mechanismus, der ihn vor einer exzessiven Phosphataufnahme schützt. Ein hoher Phosphatgehalt führt zu einem Absinken der Plasmacalciumkonzentration und verstärkte Sekretion des Parathormons, dies soll die Freisetzung von Calcium aus dem Knochengewebe bewirken. Ein Verhältnis von Calcium: Phosphor sollte 1:1 betragen, um einen optimalen Skelettstoffwechsel aufrecht zu erhalten. Durch die heutigen Ernährungsgewohnheiten wird jedoch durch überhöhte Aufnahme von Phosphor das Verhältnis Calcium/Phosphor verschoben. Lebensmittelgruppen wie Fleisch, Wurstwaren, Süßwaren und alkoholische Getränke enthalten viel Phosphor (17), so dass man von einem Ca/P Verhältnis von 1:1,5 ausgeht.

Neuere Literaturquellen widersprechen dieser These und besagen, dass hohe Phosphorzufuhren die Calciumbilanz und Knochenabbauprozesse nicht beeinflussen und das Ca/P Verhältnis keine Rolle mehr spielt. Hohe Phosphorzufuhren bewirken zwar einen Abfall des Serum-Calciumspiegels und einen Anstieg der Parathormonkonzentration, haben aber keinen Einfluss auf die Demineralisierung der Knochen hat (34).

Calcium dient als Baustein für Knochengewebe und Zähne, spielt eine wichtige Rolle als Faktor der Blutgerinnung, bei der neuromuskulären Erregbarkeit und trägt zur Sekretion einiger Hormone und Enzyme bei. Milch soll zudem eine antikariogene Wirkung haben, die darauf beruht, dass sie die aus Zuckern gebildete Säure im Mundraum abpuffert und der Zahnschmelz nicht angegriffen werden kann (3).

Neben dem Säuglingsalter ist die Pubertät durch besonders intensives Knochenwachstum gekennzeichnet, so dass eine ausreichende Calciumversorgung notwendig ist. Diese kann überwiegend durch Milch und Milchprodukte, Vollkorngetreide, Bohnen und Nüsse gedeckt werden (17).

Schafmilch enthält so viel **Jod**, so dass der Deckungsbeitrag von ½ Liter Schafmilch 29-46 % beträgt (½ Liter Kuhmilch 8-13 %). Aufgrund einer zumeist geringen Versorgung mit Jod kann es gerade in der Pubertät zu Kropfmanifestationen kommen (27), so dass der Verzehr von Schafmilch von Vorteil wäre.

Zink ist als Bestandteil oder Effektor zahlreicher Enzyme und ist wichtig bei der Insulinspeicherung sowie für das Immunsystem. Als gute Zink-

quellen werden Milchprodukte, Muskelfleisch, Vollgetreide, verschiedene Fischarten genannt (27). Bei einer Bedarfsdeckung von Zink von 21-48 % bei ½ Liter Kuhmilch und von 24-54 % bei Schafmilch ist Schafmilch als wichtiger Zinklieferant zu bewerten.

Kupfer ist ein Bestandteil wichtiger Enzyme und greift als Cofaktor stark in den Eisenstoffwechsel ein. Der Bedarf ist überwiegend über Lebensmittel wie Innereien, Fische, Nüsse und grüne Gemüse zu decken, so dass Milch nur eine untergeordnete Rolle spielt (27). ½ Liter Schafmilch deckt den Kupferbedarf eines Kindes zwischen 13-26 %, was im Vergleich zur Kuhmilch mit 5-10 % erheblich ist.

Zusammenfassend kann man sagen, dass Schafmilch für Kinder durchaus eine Alternative darstellt aufgrund einer hohen Calciumkonzentration, eines guten Calcium/Phosphat Verhältnisses sowie des hohen Gehaltes an Jod.

Tab. 23: Vergleich der Mineralstoffe der Milcharten mit den EG-Empfehlungen für Säuglingsanfangsnahrung (100 g)

Inhaltsstoff	½ Kuhmilch	½ Schafmilch	Humanmilch	Säuglingsanfangsnahrung**
Natrium mg	24	15	13	14-42
Kalium mg	77	91	46	45-102
Magnesium mg	6	5,5	3,2	3,5-10,5
Calcium mg	60	91,5	29	> 35
Eisen µg	23	35	58	350-1050
Zink µg	190	213	134	350-1050
Phosphor mg	46	57	15	18-63
Jod µg	1,4	5*	5,1	> 3,5
Kupfer µg	5	13	35	14-56

*Quellenangaben stammen aus: Hesecker, B.. Nährstoffe in Lebensmitteln: Frankfurt/Main. 1993

** Aus den EG-Richtlinien über Säuglingsanfangs- und Folgenahrung

Wenn man davon ausgeht, dass die Muttermilch eine optimale Konzentration an Mineralstoffen und Spurenelementen für den **Säugling** aufweist, sind unverdünnte Kuh- und Schafmilch aufgrund ihres hohen Anteils dieser Elemente nicht für die Säuglingsernährung geeignet, da sie

den kindlichen Organismus zu sehr belasten. Auch in verdünnter Form gibt teilweise noch höhere Anteile an Mineralstoffen wie Natrium, Kalium, Phosphor bei Kuhmilch und Kalium, Calcium und Phosphor bei Schafmilch.

Da die unreife Niere des Säuglings noch nicht voll belastbar ist (16), weist Humanmilch einen niedrigen Gehalt an *Natrium* auf. Eine 110 %ige Bedarfsdeckung an Natrium, wie sie bei Fütterung mit verdünnter Schafmilch erfolgen würde, wäre zu tolerieren. Die Bedarfsdeckung des Säuglings mit *Kalium* und *Magnesium* liegt ebenfalls höher, wobei Kalium bei verdünnter Schafmilch mit 140 -187 % (je nach Verdünnung) auffällt. Im Vergleich mit den Empfehlungen für Säuglingsanfangsnahrung wäre der Kalium- und Magnesiumanteil in Schaf-Halbmilch noch im Rahmen.

Im Säuglingsalter ist das Knochenwachstum sehr intensiv, die *Calcium*-absorption kann bis zu 75 % der zugeführten Menge betragen (beim Erwachsenen liegt sie im Durchschnitt bei 20-40 %). Man geht von einer mittleren Absorptionsrate von 67 % bei Frauenmilch und von < 50 % bei Kuhmilchprodukten aus (34). Über verdünnte Schafmilch (wie auch über Kuhmilch) wird der Bedarf an Calcium zu 150-300 % gedeckt, über Humanmilch hingegen zu 50 %. Inwieweit eine überhöhte Calciumzufuhr bedenklich ist für den kindlichen Organismus, konnte in der Literatur nicht gefunden werden. Die Bedarfsdeckung an *Phosphor* über verdünnte Schafmilch (wie auch Kuhmilch) übersteigt aber das 1,5-2fache und liegt bei Halbmilch an der tolerierbaren Grenze der Säuglingsanfangsnahrung.

Das Neugeborene hat aufgrund des hohen Hämoglobingehalts des fetalen Blutes und der *Eisen*aufnahme über die Plazenta sehr viel Speichereisen, so dass in den ersten vier Lebensmonaten kein steigender Bedarf besteht (34). Die Bedarfsdeckung an Eisen kann über alle drei Milcharten nur bis zu 7 % gedeckt werden.

Der Bedarf an *Jod* wird über Schafmilch zu 62 - 83 % gedeckt und liegt gleich bzw. über dem Wert der Humanmilch. Dies ist Gebieten mit geringer Jodversorgung (zu denen auch Deutschland zählt) ein Vorteil der Schafmilch.

Die Bedarfsdeckung von *Zink* liegt in Kuh- und Schafmilch zwischen 100-140 % und übersteigt somit den Bedarf. Laut DGE (27) ist das Risiko eines Zinkmangels gegen Ende der Periode des schnellen Wachstums erhöht. Da die Zinkaufnahme in der Muttermilch ähnlich wie Eisen op-

timal ist und in anderen Lebensmittel geringer, hat man für Säuglingsanfangsnahrung die Zinkwerte sehr erhöht. Sie liegen dreimal so hoch wie bei Muttermilch und werden daher auch von der gut ausgestatteten Schaf-Halbmilch nicht erreicht. Es stellt sich die Frage, ob diese Höhe wirklich sinnvoll für das Kind ist.

Kupfer greift in seiner Funktion stark in den Eisenstoffwechsel ein, indem es als Bestandteil des Proteins Coeruloplasmin die Oxidation von zweiwertigem Eisen (Speicherform des Eisens) zu dreiwertigem katalysiert. Eine zu geringe Zufuhr an Kupfer kann deshalb zur hypochromen mikrozytären Anämie führen bei gleichzeitig hohen Eisenreserven (27).

In der Leber des Neugeborenen besteht ein Depot an Kupfer, das als Reserve in den ersten Monaten dient (3;27), wobei Neugeborene einen Kupfergehalt in der Leber aufweisen, der um das 3-10fache höher ist als bei Erwachsenen (15). Durch die hohen Kupferreserven und einer erhöhten Absorptionsrate kann der Kupferbedarf in den ersten Lebensmonaten durch Frauenmilch gedeckt werden (27). Die Bedarfsdeckung an Kupfer über verdünnte Schafmilch ist wesentlich höher als über Kuhmilch, wenn gleich sie den Bedarf nicht decken kann. Leider sind die Kenntnisse über den Kupfergehalt vieler Lebensmittel sowie der Kupferbedarf des Menschen noch unsicher und wenig erforscht.

4.4 Bedeutung der Orotsäure (Vitamin B₁₃)

Orotsäure (oros = Molke) wurde 1904 von den italienischen Forschern *Biscaro* und *Belloni* entdeckt aufgrund ihrer wachstumsfördernden Wirkung bei Küken. Sie wurde aus der Molke der Kuhmilch gewonnen. Erst 25 Jahre später gelang die Strukturaufklärung. Man nahm an, dass es sich um ein Vitamin handelt, was zu der Bezeichnung „Vitamin B₁₃“ führte. Laut Definition ist die Orotsäure aber kein Vitamin (4; 23).

Die Orotsäure (Uracil-4-Carbonsäure) ist ein Pyrimidinderivat, das im Säugetierorganismus durch Ringschluss zwischen L-Asparaginsäure und Carbamylphosphat entsteht und als Vorstufe der Pyrimidinnucleotide von großer biochemischer Bedeutung ist (8). Pyrimidinnucleotide sind Bestandteile von Nucleinsäuren, die wiederum entweder als DNS das genetische Material darstellen oder als RNS an der Biosynthese der Proteine beteiligt sind (7).

Die Wirkungen von Orotsäure sind noch unklar. Orotsäuregaben an Rat-

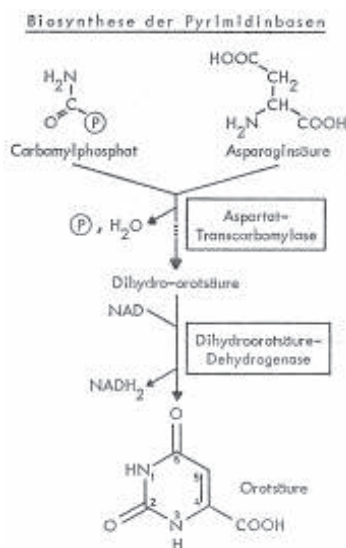
ten führte zu einer schnellen Besserung der Herzfunktion nach einem Herzinfarkt. Man stellte fest, dass Orotsäure zu einer Erhöhung von Pyrimidinnucleotiden in der Leber führt. Diese erhöhen die Produktion von ATP im myocardialen Bereich, so dass es nicht zur Entleerung des ATP Pools im Herzen kommt (9; 20). Das System der Adeninnucleoside ist das universelle Energieübertragungssystem, bei dem das Nucleosid Adenin mit Phosphorsäure das Adenosinmonophosphat (AMP) bildet (7). Orotsäuregaben verbessern aber nicht die Funktion eines normalen Herzens.

Orotsäure dient als Transportmolekül für Magnesium, das durch Anbindung leichter in die Zellen eingeschleust wird (4). Zwei Moleküle Orotsäure transportieren als Magnesium-Orotat ein Molekül Magnesium (23). Magnesium-Orotat (das Magnesiumsalz der Orotsäure) führt bei Tieren zu einer Erhöhung der Lern- und Merkfähigkeit, beim Menschen zu besserem Konzentrations- und Erinnerungsvermögen. Magnesium-Orotat könnte die physischen (sportlichen) Leistungen von Patienten mit Herzarterienerkrankungen und die von Sportlern verbessern (21).

Versuchstiere, die mit üblichen Insektiziden in Kontakt kamen, zeigten gegenüber Kontrolltieren Lernschwierigkeiten, welche auf die Giftwirkung des Insektizids zurückzuführen war. Durch Orotsäuregabe konnten die Lernschwierigkeiten wieder aufgehoben werden.

Klinische Versuche an Patienten mit erhöhten Harnsäurewerten ergaben, dass bei ihnen durch Orotsäuregaben das Risiko von Gichtanfällen gesenkt werden konnten (4).

Des weiteren werden der Orotsäure leberzellenregenerierende Wirkungen zugeschrieben (Bau- und Schutzstoff bei Leberzellschäden) (8). So



Grafik 1: Biosynthese von Orotsäure (Teilausschnitt aus der Biosynthese der Pyrimidinbasen) (22)

kann in einem Tierversuch die Überlebenszeit bei experimentell erzeugter Leberzirrhose erheblich gesteigert werden (23).

Daneben soll die Orotsäure die Lipoideinlagerungen in den Koronarien, Aorta und anderen Gefäßen verhindern. Cholesterinwerte des Serums, die in Tierversuchen bei 1000 mg% lagen, konnten durch Orotsäuregaben auf 200 mg% gesenkt werden (23). In Versuchen mit Ratten wirkte die Orotsäure hypolipämisch. Man vermutet eine cholesterinsenkende Wirkung von Orotsäure, da sie aktiv die Cholesterinbiosynthese in der Leber vermindert (3).

Typische Mangelsymptome an Orotsäure gibt es nicht. Es gibt aber eine erbliche Stoffwechselstörung der Pyrimidin-Biosynthese, hereditäre Orotazidurie genannt, die sich in Wachstumsstörungen, hyperchromen Megaloblasten-Anämie und Verminderung der Leukozyten äußert. Hierbei handelt es sich um einen autosomal vererbbaeren Mangel an Orotidin-5-phosphat-Pyrophosphorylase, wodurch die Synthese von Orotidin-5-phosphat bzw. UMP aus Orotsäure nicht möglich ist. Es kommt zu einer Störung der Bildung der Pyrimidinbasen sowie zur Akkumulation von Orotsäure in Geweben, Serum sowie einer vermehrten Ausscheidung im Harn (22).

Während Pasteurisierung und UHT-Erhitzung von Kuhmilch den Gehalt an Orotsäure nicht verändern, reduzieren Sterilisieren und Sprühtrocknen die Konzentration deutlich wie auch bei der Joghurtherstellung und Käsebereitung. Es wird vermutet, dass die dafür notwendigen Mikroorganismen die Orotsäure zur eigenen Nukleotidherstellung verwenden (3; 4).

4.4.1 Vorkommen und Bedarf

Der empfohlene Tagesbedarf an Orotsäure für den Menschen liegt bei 50-200 mg, was $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{2}$ Liter Schafmilch entspricht (8).

Der Gehalt an Orotsäure variiert leicht in den Angaben verschiedener Literaturquellen. Schafmilch enthält 400 mg Orotsäure pro Liter, Kuhmilch 100 mg und Ziegenmilch nur 63 mg. Nach *Täufel et al.* (8) enthält Kuhmilch 74 µg/ml (74 mg/l), Ziegenmilch 70 µg/ml, Kindernahrung 114 µg/ml, Käse 105 µg/ml, Eiscreme 152 µg/ml Orotsäure. Laut *Schwöbel, W.* (23) ist der Gehalt an Orotsäure in der Milch verschiedener Spezies wie folgt aufgeteilt:

Tab. 24: Gehalt an Orotsäure in der Milch verschiedener Spezies (mg/l)

Schaf	350-450
Kuh	100
Ziege	63
Pferd	18
Ratte	11
Mensch	7
Schwein	5

Kolostralmilch weist einen fünf- bis zehnfachen Gehalt an Orotsäure gegenüber der Spätmilch auf (23). Nach *Renner, E.* (3) steigen die Orotsäurewerte der Kuhmilch erst im Laufe der Laktationsperiode an. Außerdem werden jahreszeitliche Schwankungen beobachtet. Gleiches wird auch von *Fitscher, C.* (37) berichtet. In der Milch nahm der Orotsäuregehalt von der Kolostralmilch bis zur Altmilchphase an Gehalt ständig zu und erreichte fast die doppelte Konzentration. Nach *Souci* (14) enthält 100 ml Schafmilch 2,5 mg Orotsäure, Ziegenmilch 1,3 mg. Zu Gehalten in Kuh- und Humanmilch werden keine Angaben gemacht.

4.5 Bedeutung anderer relevanter Inhaltsstoffe (Amygdalin)

Eine Quelle gibt an, dass das Glycosid Amygdalin sich auch in Rispengräsern befindet, die von Schafen gefressen werden (48). Somit soll Schafmilch auch einen Anteil an Amygdalin enthalten (30). Amygdalin ist ein Cyano-Glycosid, dass in Kernen und Steinen von vor allem in Bittermandeln vorkommt, in geringerer Menge auch Aprikosen, Äpfeln, Pfirsichen, süßen Mandeln, Pflaumen etc. Es gilt als toxisch. Die Angaben für einen nennenswerten Gehalt in Rispengräsern sind nicht zu finden. Auch wäre zu klären, warum dann nicht andere Weidetiere wie Kühe und Ziegen nicht ebenfalls diese Gräser fressen.

Amygdalin (aus Aprikosenkernen) wurde unter dem Namen Laetrile von *Ernst T. Krebs* als Antikrebsmittel propagiert. Es ist heute verboten, da bereits Vergiftungsfälle bekannt wurden (Amygdalin bildet Blausäure) und keine belegten Heilerfolge ermittelt werden konnten.

Es gibt keine Analysen inwieweit Schafmilch tatsächlich Amygdalin enthält. Da zudem Amygdalin als eher toxisch anzusehen ist, sollte man den Angaben zum Amygdalin und Schafmilch mit Vorsicht begegnen.

5 Schafmilchprodukte und deren Bedeutung im konventionellen und Bio Markt

Die Haltung von Milchschafern (wie auch von Milchziegen) ist zwar nach wie vor ein Nischenmarkt, rückte als Betriebszweig in den letzten Jahren stärker ins Interesse landwirtschaftlicher Betriebe. Gründe hierfür sind zum einen, dass Schafmilch nicht kontingentiert ist und Höfe nach möglichen Betriebszweigen suchen, die vorhandene Gebäude, Flächen und Arbeitskräfte nutzen können. Betriebe, die sich in der Direktvermarktung bereits etabliert haben, sehen die Haltung von Milchschafern und die Verarbeitung der Milch als gute Ergänzung im Sortiment an. Eine wirtschaftliche Analyse von drei Milchschaferbetrieben mit durchschnittlich 88 Milchschafern in Sachsen ergab jedoch, dass die Rentabilität dieser Betriebe nicht ausreichend ist und die Käseproduktion ungefähr um 50 % gesteigert werden muss, um die Rentabilitätsschwelle zu überschreiten. Futterkosten, Fremdlöhne und Maschinen erreichen die höchsten Anteile an den Gesamtkosten. 63 % des Erlöses fällt auf den Verkauf von Käse, 12 % auf den Verkauf von Milch, 17 % auf den Verkauf von Lämmern. Es muss beachtet werden, dass aufgrund der kleinen Stichprobe von drei Betrieben die einzelbetrieblichen Schwankungen sehr stark das Ergebnis beeinflussen. Ein Betrieb war zudem noch im Bestandsaufbau begriffen (47).

Die Verarbeitung und Vermarktung von Schafmilch wird auf den Milchschaferbetrieben selber gemacht, da es in Deutschland so gut wie keine Molkereien gibt, die Schafmilch abnehmen. Das Angebot von Schafmilch und Schafmilchprodukten ist regional begrenzt. Sie sind somit entweder in Hofläden von Milchschaferbetrieben, Vertragspartnern oder auf Wochenmärkten zu finden. Anders sieht es für Familie Maisch aus Bühlerzell aus, die seit 20 Jahren einen Bioland-Milchschaferbetrieb mit mittlerweile 600 Schafen führen. Sie haben ihre eigene Käserei. 10 % ihrer Produkte verkaufen sie in ihrem Hofladen, 90 % gehen an den Naturkostgroßhandel, der die Produkte überregional vertreibt. Hauptkunden sind Kuhmilchallergiker und Leute, die an altersbedingten Erkrankungen leiden. Nach Meinung von Frau Maisch ist die Nachfrage nach Schafmilch und Schafmilchprodukten langfristig nicht gestiegen. Die Produkte unterliegen sehr stark dem Trend der Konsumenten, ist aber über die Jahre betrachtet ein „Nischenprodukt“ und wird es auch bleiben (46).

Die Thülsfelder Bauern-Käserei (Milchschaftbetrieb von 180 Milchschaften) vermarktet seine Produkte zu 90 % über zwei eigene Verkaufswagen auf Wochenmärkte der nahe gelegenen Städte. Seine Produktpalette setzt sich anteilmäßig wie folgt zusammen:

65 % Schnittkäse

10 % Frischkäse

15 % Feta

10 % Joghurt

Aufgrund der hohen Nachfrage (und wahrscheinlich auch des Arbeitsaufwandes) wird kein Hartkäse Parmesan hergestellt (12)

Grundsätzlich ähnelt die Verarbeitung von Schafmilch zu Milcherzeugnissen, Butter und Käse der von Kuhmilch. Besonderheiten ergeben sich aus der Zusammensetzung der Milchkomponenten. Schafmilch hat einen höheren Fett- und Eiweißgehalt als Kuhmilch, wobei der Fett- und Eiweißgehalt der Milch von Faktoren wie Rasse, Fütterung, Haltung und besonders dem Laktationsstadium abhängig sind. Je höher der Fettgehalt der Milch, desto schlechter sind die Entmolkungseigenschaften. Außerdem hat die Milch eine höhere Viskosität als Kuhmilch, so dass die Aufrahmggeschwindigkeit des Fettes geringer ist und die Milch vor dem Entrahmen auf 40-50°C erhitzt werden muss.

Aufgrund des hohen Eiweißgehaltes ist Schafmilch nicht sehr hitzestabil und eignet sich nicht zur Hoherhitzung. Mit steigendem Eiweißgehalt im Laufe der Laktation sinken somit auch die maximalen Erhitzungstemperaturen. Aufgrund des hohen Eiweißgehaltes ist es bei der Weichkäseherstellung notwendig, der Milch Wasser zuzusetzen, um den Eiweißgehalt dem der Kuhmilch anzugleichen und den Käsebruch verarbeiten zu können. (der Wasserzusatz ist nach dem Lebensmittelgesetz keine Fälschung, da es mit der Molke wieder abfließt.)

Generell ist der hohe Eiweißgehalt von Vorteil, da die Käseausbeute höher ist und bei der Joghurtherstellung eine gute Festigkeit erreicht wird.

5.1 Butter

Die feine, cremige Struktur der Schafbutter ähnelt sehr der Ziegenbutter, wird aber aufgrund der weißen Farbe von den Konsumenten abgelehnt. Hinzu kommt die kurze Haltbarkeit der Butter von einer Woche, sofern sie aus Rohrahm hergestellt wird. Nur durch Erhitzen des Rahmes auf

95-100°C könnten die Lipasen, welche für den ranzigen Geschmack verantwortlich sind, inaktiviert werden. Dieser Arbeitsvorgang aber ist auf bäuerlichen Betrieben kaum möglich (35). Die Herstellung von Schafbutter aus pasteurisierter Milch wäre möglich, ist aber nicht üblich.

Neben der höheren Viskosität der Schafmilch, zeigen Untersuchungen von Ziegen-, Schaf- und Kuhmilch, dass letztere den höchsten Aufrahmparameter aufweist (39,0 μm^2) gefolgt von Schafmilch (36,7 μm^2) und Ziegenmilch (31,3 μm^2). Dies rührt daher, dass die Fettkügelchen in der Kuhmilch einen größeren Durchmesser haben, gefolgt von Schaf- und Ziegenmilch. Kuhmilchfett lässt sich somit besser für die Butterherstellung separieren als das der beiden anderen Tierarten (24).

5.2 Milcherzeugnisse

Hier ist vor allem Joghurt zu nennen. Dieser wird entweder nach griechischer Art angeboten, als Naturjoghurt oder (in der Schweiz) mit verschiedenen Fruchtzusätzen.

5.3 Käse

Traditionell wird Schafkäse in südlichen und südöstlichen Mittelmeerländern hergestellt. Da die handwerkliche Herstellung nur geringe Erträge erzielte und der steigenden Nachfrage nicht nachkommen konnte (wie z.B. Feta Käse, Roquefort Käse, Pecorino Käse) wird „Schafkäse“ heutzutage überwiegend aus Kuhmilch gewonnen. Gesetzlich vorgeschrieben ist ein Mindestanteil von 15 % Schafmilch. Käsesorten auf dem Bio-Markt müssen aus 100 % Schafmilch gewonnen werden.

Schafmilch wird zum überwie-



genden Teil zu Frisch- und Weichkäse verarbeitet, da die Herstellung einfach ist und diese Käse keine bzw. geringe Reifezeiten von 3-4 Wochen benötigen. Eine typisch österreichische Spezialität aus Schafmilch ist der „Gupferl“, ein Frischkäse in kleinen Rollenformen mit feiner Substanz und leicht säuerlichem, leicht typischen Schafmilchgeschmack. Die Herstellung dieses Käses ist sehr günstig und schnell.

Der traditionell hergestellte Liptauer Käse (Brimsenkäse) aus der Slowakei und der Balkanhalbinsel ist ein Frischkäse, dessen Vorstufe – der Klupenkäse direkt beim Schäfer oder in Sennereien gemacht wird. Der Schäfer liefert den Bruch an Molkereien, den Brimsenkäsereien, wo er gärt, reift, und mit Salz und Paprika gewürzt wird. Durch die Zentrierung der Produktion des Käses in den Brimsenkäsereien war es möglich, die Herstellung des Käses zu industrialisieren, die mikrobiologischen und sensorische Qualität zu verbessern und einen Export zu ermöglichen. Hauptabnehmer sind Österreich, die USA und Ungarn (36).

Das Sortiment an Frischkäse umfasst naturbelassene oder mit verschiedenen Kräutern gewürzte Sorten.

Auch die Herstellung von Quark ist unkompliziert. Er wird in 150 g Bechern angeboten und hat mind.45 % F.i.Tr.

Bei der Herstellung von Weichkäse ist eine exakte Bearbeitung des Käsebruches notwendig und eine Reifungszeit von 3-4 Wochen, bei Schnittkäsen von 4-6 Wochen. Dafür stehen verschiedene Techniken zur Verfügung wie die Reifung in Folie oder Käsewachse, Schimmelreifung, die Oberflächenreifung mit Rotschmiere, Reifung durch Abwaschen mit Salzwasser, Einlegen in Öl etc.

Zu den bekanntesten Schimmelkäsen gehören der Roquefort und Gorgonzola. Der Roquefort wird ausschließlich aus Schafmilch gemacht und mit der Schimmelskultur *Penicillium roquefortii* beimpft. Der griechische Feta ist ein in Salzlake gelegter und mindestens 6 Wochen gereifter Weichkäse. Er darf bis zu 30 % Ziegenmilch enthalten und kommt aus spezifischen Gegenden wie Mazedonien und der Insel Lesbos in Griechenland. Einen Ursprungsbezeichnungsschutz, nach der der griechische Feta nur noch aus bestimmten Regionen Griechenlands stammen und dort auf traditionelle Weise hergestellt werden muss, konnte bislang noch nicht in der EU durchgesetzt werden. Die Länder Dänemark, Frankreich und Deutschland produzieren schon lange Feta aus Schaf-, Kuh- und Ziegenmilch und betonen, dass sich der Name als Gattungsbegriff eingeprägt habe und nicht als traditioneller griechischer Käse.

Weich- und Schnittkäse werden auch mit Kräutern, bunten Pfeffer oder Knoblauch angereichert und angeboten. „Brebou“ ist ein zarter Weichkäse mit mild-sämligen Geschmack aus Frankreich und dem Baskenland. Weitere Schafmilchweichkäse sind der korsische „Brin d’Amour“ mit leicht säuerlichem Geschmack und der toskanische „Brinata“.

Der „Baldaran“ ist ein moderner spanischer Schnittkäse aus Kuh- und Schafmilch mit nussigem Aroma. Der Schnittkäse „Pyrenäenkäse“ wurde ursprünglich aus Schafmilch hergestellt, heute jedoch aus Kuhmilch. Er hat einen haselnussartigen Geschmack.

Der „Serra da Estrella“ ist ein portugiesischer Schafmilchkäse. Für seine Herstellung wird gefilterte Milch auf 27-29°C angewärmt und eine „Cardo“ (eine Wildblume) zugefügt, um die Milch zum Gerinnen zu bringen. Nach einer Stunde wird der Bruch in eine Handkäsepresse gefüllt, gepresst, später gesalzen und in einem Tuch verpackt bei Zimmertemperatur in feuchter Atmosphäre 30 bis 45 Tage gelagert. Nach einer Reifezeit von 6-12 Monaten kann er als Hartkäse verzehrt werden (41).

Der italienische Pecorino gehört zu den Schafmilchhartkäsen, der eine Reifezeit von acht Monaten hat. Er wird überwiegend auf Sardinien und in der Toskana hergestellt.

In der spanischen Mancha wird der aus Schafmilch gewonnene Hartkäse „Manchego“ hergestellt.

Aus dem Molkeneiweiß von Schafmilch kann Ricotta-Käse hergestellt werden. Mit Kräutern und Gewürzen vermischt entsteht bei Lagerung an luftigen, trockenen Orten nach 1-2 Wochen ein harter Käse, der als Reibekäse verwendet werden kann (35).

Eine weitere Spezialität ist der korsische „Broccio“, der sich von „Brousse“ ableitet. Dieses ist eine andere Bezeichnung für Molkenfrischkäse aus Schaf- oder Ziegenmilch.

6 Zusammenfassung

Die Vielseitigkeit der Schafnutzung besteht in der Verarbeitung von Wolle, Fleisch, Milch und der Haltung in Landschaftsschutzgebieten. Wenn gleich das Schaf ein sehr anspruchloses Tier ist, zeigt es eine hohe Sensibilität gegenüber Stress. Auf zu milchleistungsorientierte Haltung re-

agiert es mit dem Verlust an Widerstandsfähigkeit und Gesundheit. In der Schafzucht sollte also nicht nur auf eine optimale Milchleistung geachtet werden, sondern auch auf den Erhalt der Widerstandsfähigkeit. Das „deutsche Milchschaaf“ sollte nur in kleinen Herden gehalten werden. Das französische Lacaune-Schaf hingegen ist für sehr große Herden geeignet. Die Laktationsperiode beträgt 150-180 Tage, wobei das Schaf im Durchschnitt 200–400 Liter Milch gibt und eine tägliche Milchmenge von 0,8-1,8 Liter produziert.

Schafe zeigen stark saisonales Brunstverhalten. Sie sind schon im Alter von 12 Monaten geschlechtsreif und zeichnen sich durch eine hohe Fruchtbarkeit aus. Mehrlingsgeburten sind die Regel. Die Muttertiere lammen zum größten Teil von Anfang Februar bis Mitte März ab.

Haupteinflussfaktoren auf die Milchmenge und Milchinhaltsstoffe haben die Rasse, die Fütterung, das Laktationsstadium, das Alter und die Hygiene.

Schafmilch hat im Vergleich zu Kuh- und Ziegenmilch den geringsten Wassergehalt, einen höheren Fett- und Proteingehalt. Der Hauptanteil der Molkenproteine in Schafmilch ist durch β -Laktoglobulin bestimmt. Der prozentuale Anteil an β -Laktoglobulin an Gesamtmolkenproteinen in Schafmilch ist etwas höher als der in Kuhmilch, während der Anteil an α -Laktalbuminen wesentlich geringer ist. Der prozentuale Anteil an Immunglobulinen ist in Schafmilch höher als in Kuhmilch. Schafmilch enthält prozentual weniger κ - und α -Caseine, aber mehr β -Caseine als Kuhmilch.

β -Laktoglobuline und α_s -Caseine sind hauptsächlich für allergische Reaktionen auf Milch verantwortlich. Die β -Laktoglobuline und die α_s -Caseine von Kuh- und Schafmilch unterscheiden sich in ihrer Struktur kaum. Somit wird angenommen, dass Schafmilch ein gleich hohes Allergierisiko hat wie Kuhmilch. Dennoch gibt es Kuhmilchallergiker, die Schafmilch und Schafmilchprodukte vertragen.

Leider gibt es kaum Publikationen, die sich mit dem Allergierisiko von Schafmilch befassen, so dass noch intensive wissenschaftliche Arbeit zu diesem Thema notwendig ist.

Die Caseinmicellen der Schafmilch sind kleiner als die von Kuh und Ziege, wobei der größte Teil der Micellen einen Durchmesser von unter 80 nm haben. Es heißt, dass Schafmilch besser verdaulich ist als Kuhmilch, nähere Untersuchungen aber liegen nicht vor.

Schafmilch hat einen größeren Anteil an mittelkettigen Fettsäuren (16,8 %) im Vergleich zu 10,6 % der Kuhmilch. Der Anteil an langkettigen Fettsäuren in Kuhmilch beträgt 77,5 %, in Schafmilch 71,7 % und in Humanmilch 87,9 %. Die Fettkügelchen der Schafmilch sind wesentlich kleiner als die der Kuhmilch. Beide Faktoren sprechen für eine bessere Verdaulichkeit des Fettes. Daneben enthält Schafmilch mehr essentielle Fettsäuren sowie konjugierte Linolsäure. Sie soll eine antikarzinogene Wirkung haben. Der Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren ist in Schafmilch deutlich höher als in Kuhmilch, beide Milcharten enthalten jedoch nur einen geringen Teil dessen der Humanmilch.

Schafmilch weist abgesehen von Folsäure mehr Vitamine als Kuhmilch. Aufgrund des hohen Fettgehaltes werden für **Erwachsene** $\frac{1}{8}$ - $\frac{1}{4}$ Liter Milch pro Tag empfohlen. Diese Menge kann den Bedarf an Riboflavin, Niacin und Vitamin B₁₂ zu einem überwiegenden Teil decken. Schafmilch hat abgesehen vom Natriumgehalt eine höhere Konzentration an Mineralstoffen und Spurenelementen als Kuhmilch. Deutlich höher sind die Werte für Jod, so dass der tägliche Jodbedarf eines Erwachsenen über $\frac{1}{2}$ Liter Schafmilch zu 26 % gedeckt werden kann. Der niedrige Natriumgehalt ist aufgrund des ohnehin hohen Konsums an Natrium und der daraus gedungenen Ernährungskrankheiten positiv zu sehen. Jedoch wird Schafmilch von Erwachsenen nicht wegen in der Bedarfsdeckung von Vitaminen und Mineralstoffen getrunken, da diese auch über andere Nahrungsmittelquellen gedeckt werden können. Daher dienen diese Gehaltszahlen dem Nährstoffvergleich mit Kuhmilch und nicht einer Bewertung. Schafmilch wird im Zusammenhang mit ihrem hohen Anteil an Orotsäure propagiert, die weitaus höher liegt als in Kuh- und Schafmilch. Die Wirkungen von Orotsäure sind noch wenig erforscht. Sie soll die Herzfunktion nach einem Herzinfarkt, in Verbindung mit Magnesium das Lern- und Merkvermögen verbessern, den Harnsäurespiegel sowie Cholesterinspiegel senken. Daneben soll sie leberzellregulierende Wirkungen zeigen. Es bedarf aber noch wesentlich intensiverer Forschungsarbeit, um diese Aussagen zu stützen.

Die Versorgung von Vitaminen mit Ausnahme von Folsäure und Vitamin D ist bei **Kindern und Jugendlichen** im Alter von 1-15 Jahren über den Verzehr von $\frac{1}{2}$ Liter Schafmilch sehr gut. Kuhmilch hat ähnlich niedrige Werte an Folsäure und Vitamin D. Beide Vitamine können jedoch über eine ausgewogene Mischkost ausreichend zugeführt werden.

Der Bedarf an Vitamin A wird zu 28-42 % gedeckt ($\frac{1}{2}$ Liter Kuhmilch zu

18-27 %). Mangelerscheinungen an Vitamin A sind in Entwicklungsländern häufiger, so dass der Einsatz von Schafmilch eine Möglichkeit der besseren Zufuhr darstellt. Auch bei Kindern ist die Versorgung mit Mineralstoffen und Spurenelementen durch Schafmilch sehr gut und deckt ihren Bedarf zu einem höheren Anteil als Kuhmilch. Selbst ½ Liter Schafmilch steuert 29-46 % des Jodbedarfs bei.

Generell ist sowohl Kuh- als auch Schafmilch als alleinige Flaschennahrung für **Säuglinge** nicht geeignet, da sich beide Milcharten in ihren Nährstoffen von der Muttermilch zu sehr unterscheiden. Die Milch kann verdünnt in entsprechenden Rezepten wie Breie Verwendung finden. In verdünnter Milch ist Folsäure und Eisen zu gering vorhanden. Kuh- als auch Schafmilch enthalten die Elemente Natrium, Kalium, Magnesium und Phosphat mit erhöhten Anteilen, was als Halbmilch noch in den Grenzen für Säuglingsanfangsnahrung liegt. Neben einem guten Ca/P Verhältnis ist auch die Jodversorgung durch Schafmilch positiv zu bewerten.

Die Nachfrage nach Schafmilchprodukten in Deutschland ist in den letzten Jahren gestiegen, was zum einen auf die Übernahme von Verzehrsgewohnheiten zugewandeter Arbeitskräfte aus den südosteuropäischen Ländern zurück zu führen ist. Zum anderen steigern Urlauber, die in den Mittelmeerländern Schafmilchprodukte kennen gelernt haben, den Verbrauch. Daneben hat die Nachfrage nach Schafmilch als Alternative bei Kuhmilchallergie zugenommen. Da es in Deutschland so gut wie keine Molkereien gibt, die Schafmilch abnimmt, ist die Verarbeitung und Vermarktung auf die einzelnen Milchschaftbetriebe beschränkt. Schafmilch und deren Produkte werden vielfach nur regional vertrieben und sind in Hofläden von Milchschaftbetrieben und auf Wochenmärkten zu finden. Überregional werden die Produkte in Bioläden angeboten, sofern der Naturgroßhandel mit Milchschaftbetrieben Verträge abgeschlossen hat.

Schafmilchbutter ist aufgrund ihrer kurzen Haltbarkeit kaum zu finden, so dass das Angebot neben Schafmilchjoghurt hauptsächlich Käse umfasst. Schafmilch wird zum überwiegenden Teil zu Frisch- und Weichkäse verarbeitet, da die Herstellung einfach ist und diese Käse keine bzw. geringe Reifezeiten von 3-4 Wochen benötigen. Zu ihnen zählt der bekannte Liptauer aus der Slowakei, der Roquefort aus Frankreich, der Feta aus Griechenland. Schnittkäse hat Reifezeiten von 6-8 Wochen. Der italienische Pecorino gehört zu den Schafmilchhartkäsen, der eine Reifezeit

von acht Monaten hat. Er wird überwiegend auf Sardinien und in der Toskana hergestellt. In der spanischen Mancha wird der aus Schafmilch gewonnene Hartkäse „Manchego“ hergestellt. Aus dem Molkeneiweiß der Molke von Schafmilch kann Ricotta-Käse hergestellt werden.

7 **Nachwort**

Wer sich eine Kuh-, Schaf- oder Ziegenherde anschaut wird große Wesensunterschiede feststellen. Während die lebhaften, bewegungsfreudigen Ziegen auffallen und auch gern über Zäune springen, wirken die Kühe und Schafe ruhiger und mehr mit Fressen und Wiederkäuen beschäftigt. Bei den Schafen fällt ein großer Herdenzusammenhang auf.

Die Schafmilch unterscheidet sich weitgehend von den anderen Wiederkäuer-Milcharten. Auffällig ist der höhere Trockenmasse- bzw. niedriger Wassergehalt. Eiweiß und Fette sind in wesentlich größerer Menge enthalten; Milchzucker, der die Nerven- und Gehirnentwicklung stützt, dagegen in geringerer Menge. So werden Lämmer mit größerer Energiemenge und konzentrierter Nahrung groß. Dies zeigt sich auch im Wachstum. So verdoppeln Schafe ihr Geburtsgewicht nach 15 Tagen, Ziegen nach 22 und Kühe nach 47 Tagen, der Mensch nach 5 Monaten. Schafmilch regt also wesentlich intensiver das Körperwachstum an, weniger die Entwicklung des Nerven-Sinnes-Systems durch den niedrigeren Laktosegehalt. Für Kinder besonders für kleine Kinder ist Schafmilch daher nur verdünnt geeignet, da sie langsam wachsen und auch ihre Niere noch nicht so viele Substanzen verarbeiten kann.

Vom Wesen her strahlt das Schaf Ruhe und Genügsamkeit aus. Es gilt als weniger sinnenwach verglichen mit der nah verwandten Ziege und als etwas einfach (das „dumme“ Schaf), ist also mehr ein Stoffwechsel-, also ein Nerventyp. So kann man von seiner Milch eher eine Entsprechung für das ruhige Kind sehen, so wie Ziegenmilch vom Typ her mehr für das aktive, sinnenwache Kind geeignet scheint.

Dr. Petra Kühne

8.1 Literaturhinweise

1. AID e.V. (Hrsg.): Schaf- und Ziegenrassen. Heft Nr. 3313. Bonn, 1996
2. AID e.V. (Hrsg.): Gesunde Schafe. Heft Nr. 1345. Bonn, 1997
3. Renner, E.: Milch und Milchprodukte in der Ernährung des Menschen. Verlag Th. Mann KG. Gelsenkirchen-Buer. 1982
4. Günther, W.: Das Buch der Vitamine. Verlag Bruno Martin. Südergellersen (1984)
5. Peters, H.U., Bredno, I.: Untersuchungen über Milchleistung und Milchinhaltsstoffen ostfriesischer Milchschafe (I); Deutsche Schafzucht, Band 85, Heft 10: 232-234 (1993)
6. Peters, H.U., Bredno, I.: Untersuchungen über Milchleistung und Milchinhaltsstoffen ostfriesischer Milchschafe (II); Deutsche Schafzucht, Band 85, Heft 11: 254-255 (1993)
7. Karlson, P.: Kurzes Lehrbuch der Biochemie; Thieme Verlag Stuttgart (1988)
8. Täufel, V. et al (Hrsg): Lebensmittel-Lexikon; Behr Verlag (1998)
9. Richards, S.: Cardioprotection by Orotic Acid: Metabolism and Mechanism of Action; Journal of Molecular and Cellular Cardiology, Vol. 29, no. 12: 3239-3250 (1997)
10. Oechsler, R.: Der Einsatz von Schafmilch in der Behandlung von Allergikern; Deutsche Schafzucht, Band 87, (4): 80-83 (1995)
11. Schulze-Wartenhorst, B.: Schafe mit der Maschine melken; Dt. Schafzucht, Band 77 (14): 274-277 (1985)
12. Mechelhoff, J.: Betriebsreportage: „Es dreht sich alles um die Milch“; Dt. Schafzucht; 90 (24): 578-579 (1998)
13. Heseker, Beate: Nährstoffe in Lebensmitteln: Die große Energie- und Nährwerttabelle, Frankfurt am Main: Umschau (1993)
14. Souci, S.W., Fachmann, W., Kraut, H.: Die Zusammensetzung der Lebensmittel, Nährwerttabellen, 5. Aufl., Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft (2000)
15. Leitzmann, C.; Elmadfa, I.: Ernährung des Menschen. Eugen Ulmer Verlag Stuttgart (1990)

16. Biesalski, H.K.; Grimm, P.: Taschenatlas der Ernährung. Thieme Verlag. Stuttgart (1999)
17. Jandal, J.M.: Comparative aspects of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research* 22: 177-185 (1996)
18. Kielwein, G.: Leitfaden der Milchkunde und Milchhygiene. Blackwell Wissenschaftsverlag Berlin (1994)
19. Law, A.J.R.: Heat deanturation of bovin, caprin and ovin whey proteins. *Milchwissenschaft* 50 (7): 384-388 (1995)
20. Rosenfeldt, F.L. et al: Mechanism of cardioprotective Effect of orotic acid. *Cardiovascular Drugs and Therapy*. Vol. 12, no. 2 suppl: 159-170 (April 1998)
21. Rosefeldt, F.L.: Metabolic Supplementation with orotic acid and magnesium orotat. *Cardiovascular Drugs and Therapy*. Vol. 12, no. 2 suppl.:147-152 (April 1998)
22. Buddecke, E.: Grundriss der Biochemie. Walter de Gruyter. Berlin (1974)
23. Schwoerbel, W.: Grüne Medizin gegen das Altern. *Der deutsche Apotheker*. Heft 9, 18. Jahrgang: 458-462 (September 1966)
24. Mehaia, M.A.: The fat globule size distribution in camel, goat, ewe and cow milk. *Milchwissenschaft: Zeitschrift für Ernährungsforschung und Lebensmittelwissenschaft*. Band 50; 5: 260-263 (1995)
25. Jahreis, G. et al: The potential anticarcinogenic conjugated linoleic acid in milk of different species: cow, goat, ewe, sow, mare, woman. *Nutrition Research*. Vol 19, No. 10: 1541-1549 (1999)
26. Sommerfeld, J.: Kann der prozentuale Fettgehalt der Ziegen- und Schafmilch durch Verfütterung von Palmkernkuchen gesteigert werden?. *Celler Jahrbuch, Institut für Kleintierzucht, Münster-Hiltrup*. Band 2: 240-243 (1954)
27. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg): Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr. Frankfurt/Main (2000)
28. Meyer's Lexikonredaktion (Hrsg): Meyer's großes Taschenlexikon. Band 1. B.I. Taschenbuchverlag. Mannheim (1999)
29. Calvani, M.: Anaphylaxis to sheep's milk cheese in a child unaffected by cow's milk protein allergy. *European Journal of Pediatrics*. 157:17-19 (1998)

30. Informationsblatt Schafmilch – Joghurt von „Der Georgshof“. Inhaber: Familie Grimme.Hauptstraße 14, OT Kleinwulkow, 39 319 Wulkow/Jerichower Land
31. National Cancer Institute (Hrg.). Cancer Facts. Laetrile/Amygdalin: Questions and Answers. <http://cis.nci.nih.gov/fact/9-3.htm>. 1-7 (12.06.2002)
32. National Cancer Institute (Hrg.): Laetrile/Amygdalin. <http://cancer.gov/cancer-information/doc.pp> 1-13 (01.05.2002)
33. Ruth Koepke: Amygdalin: Facts and Fallacies. <http://www.ansci.cornell.edu/courses/as625/1998term/koepke/amygda.html>. 1-5 (August 2002)
34. The Robert Cathey Research Source (Hrsg.): The Extraction, Identification and Packaging of therapeutically effective Amygdalin. <http://www.navi.net/~rsc/isomyg.htm>. 1-7 (August 2002)
35. Scholz, Wolfgang: Käse aus Schaf-, Ziegen- und Kuhmilch selbst gemacht. Stuttgart. Ulmer Verlag (1999)
36. Kracal, Zdenek et al.: Verwertung von Schafmilch in der Tschechoslowakei. Auszug aus der „Deutschen Molkerei-Zeitung“. Heft 30: 971-974 (1987)
37. Fitscher, C.: Untersuchungen zum Vorkommen, zur Bedeutung und Variabilität der Proteine, Peptide, freie Aminosäuren in Schafmilch. Dissertation der Universität Gießen. (1986)
38. Alais, C and Jolles, P.: Isolation, Purification and Analysis of two κ -Casein-like Fractions from sheep casein. Journal of dairy science: JDS, American Dairy Science Association, Savoy, Ill., ADSA. 50. 1555-1559 (1967)
39. Mettler, Bertold: Untersuchungen zur Keimbelastung von Schafmilch unter besonderer Berücksichtigung der Antibiotikaphylaxe. Dissertation der Universität Gießen (1986)
40. Dobos, G.: Die Zucht des Milchschafoes in Österreich. Deutsche Schafzucht: Zeitschrift für Schaf- und Ziegenhaltung. 78,3: 44-48 (1986)
41. Mann, E.J. et al.: Schaf- und Ziegenmilch und ihre Produkte – Teil 1. Die Molkerei-Zeitung Welt der Milch, 42. Jahrgang. 12: 353-355 (1988)

- 42: Richards, E.: Schaf- und Ziegenmilch – entwicklungsfähige Märkte?. Deutsche Schafzucht 6. 80: 121-123 (1988)
- 43: www.ofm.ch/Milchschaef/schafstall-einrichtung.htm
- 44: Babayan, V.K. Medium chain length fatty acid esters and their medical and nutritional applications. The journal of the American oil chemists' society, Chicago, Ill., Band 58: 49a-51a (1981)
- 45: Sieber, R. Dr.: Allergene in der Milch. Eidgenössische Forschungsanstalt für Milchwirtschaft, Liebefeld. Bern. Artikel aus dem Internet: 1-15 (2003)
- 46: Telefonat mit Frau Maisch. Milchschaefbetrieb mit 600 Milchschaefen. Reutebachhof 1; 74426 Bühlerzell-Geifertshofen. www.schafmilch.de
- 47: Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden (Hrsg.): Wirtschaftlichkeitsbericht zur sächsischen Schaf- und Ziegenhaltung 2000/01. Dresden (2002)
- 48: Arnold, Annette, Reibetanz, René: Alles für das Schaf Handbuch für die artgerechte Haltung Darmstadt 2003

8.2 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Zusammensetzung der Schafmilch.....	11
Tab. 2: Zusammensetzung und Gehalt von Molkenproteinen in unerhitzten, fettreduzierten Milchproben von Kuh, Ziege und Schaf	12
Tab. 3: Zusammensetzung und Gehalt von Caseinen in unerhitzten, fettreduzierten Milchproben von Kuh, Ziege und Schaf	14
Tab. 4: Aminosäurenzusammensetzung von Kuh-, Ziegen-, Schaf- und Frauenmilch	14
Tab. 5: Geschätzter Bedarf des Menschen an essentiellen Aminosäuren in Abhängigkeit vom Alter.....	15
Tab. 6: Zusammensetzung der Fette von Kuh-, Ziegen-, Schaf- und Humanmilch	18
Tab. 7: Zusammensetzung des Fettanteils von Kuh-, Schaf-, und Ziegenmilch.....	18

Tab. 8: Anteil verschiedener ungesättigter Fettsäuren bei Kuh-, Ziegen-, Schaf- und Humanmilch.....	19
Tab. 9: Zusammensetzung von Kuh-, Ziegen-, Schaf- und Humanmilch	22
Tab. 10: Empfohlene Zufuhr ausgesuchter Vitamine in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht	22
Tab. 11: Bedarfsdeckung ausgewählter Vitamine von 1 Liter Kuh- und Ziegenmilch für erwachsene Männer und Frauen.....	23
Tab. 12: Bedarfsdeckung ausgewählter Vitamine von $\frac{1}{8}$ und $\frac{1}{4}$ Liter Schafmilch für erwachsene Männer und Frauen.....	24
Tab. 13: Bedarfsdeckung ausgewählter Vitamine von 1 Liter Kuh- und Schafmilch für Kinder	24
Tab. 14: Bedarfsdeckung ausgewählter Vitamine von $\frac{1}{2}$ Liter Kuh- und Schafmilch für Kinder	25
Tab. 15: Bedarfsdeckung ausgewählter Vitamine von 1 Liter Kuh-, Schaf- und Humanmilch für Säuglinge im Alter von 4-12 Monaten	26
Tab. 16: Vergleich der Vitamine der Milcharten mit den EG-Empfehlungen für Säuglingsanfangsnahrung	29
Tab. 17: Empfohlene Zufuhr ausgesuchter Mineralstoffe und Spurenelemente nach Alter und Geschlecht	30
Tab. 18: Bedarfsdeckung ausgewählter Mineralstoffe und Spurenelemente von 1 Liter Kuh- und Schafmilch für Erwachsene	31
Tab. 19: Bedarfsdeckung ausgewählter Mineralstoffe und Spurenelemente von $\frac{1}{8}$ und $\frac{1}{4}$ Liter Schafmilch für Erwachsene	31
Tab. 20: Bedarfsdeckung ausgewählter Mineralstoffe und Spurenelemente von 1 Liter Kuh- und Schafmilch für Kinder	31
Tab. 21: Bedarfsdeckung ausgewählter Mineralstoffe und Spurenelemente von $\frac{1}{2}$ Liter Kuh- und Schafmilch für Kinder	32
Tab. 22: Bedarfsdeckung ausgewählter Mineralstoffe und Spurenelemente von 1 Liter Kuh- und Schafmilch mit $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{3}$ Wasser verdünnt sowie Humanmilch für Säuglinge	33
Tab. 23: Vergleich der Mineralstoffe der Milcharten mit den EG-Empfehlungen für Säuglingsanfangsnahrung.....	36
Tab. 24: Gehalt an Orotsäure in der Milch verschiedener Species (mg/l).....	39

8.3 Stichwortverzeichnis

Allergie	24ff., 67
Aminosäuren, essentielle	22
Amygdalin	61f.
Calcium.....	12f., 20, 34, 42, 47ff., 53 ff.
Casein.....	25, 67
Cholesterin	29f., 53, 60
CLA (konjugierte Linolsäure).....	29
Eisen	44, 47ff., 51ff., 56ff.
Fett.....	12ff., 26ff., 30ff., 45, 63f.
Fettkügelchen	30f.
Fettsäuren	12, 27fff, 30ff., 68
Fettsäuren, mittelkettige	28,31
Fortpflanzung	8, 43
Fütterung.....	8, 11, 32, 57
Geschmack	64ff.
Haltung.....	5f., 11, 15, 62f.
Humanmilch	27ff., 33, 40f., 44f., 51, 57
Hygiene	15, 67
Jod.....	17, 33, 47ff., 52ff., 57, 68
Klauenpflege	15
Kohlenhydrate	16f., 32f.
Krankheiten.....	11, 15, 43
Kuhmilch.....	12f., 18ff., 25f., 28ff.,34ff.,40ff., 66
Kuhmilch-Unverträglichkeit	24, 69
Kupfer	11f., 47ff., 50ff., 56ff.
Laktalbumin.....	18ff., 24f., 67
Laktation.....	14, 61, 67
Laktoglobulin	18f., 24f., 67
Laktose	14, 18, 34

Laktose-Intoleranz	34
Linolsäure.....	27ff., 31f., 68
Micelle.....	20, 67
Milchmenge	8, 14, 67
Mineralstoffe	27, 46ff., 49ff., 52f., 68
Molkenprotein	19, 25, 67
Orotsäure.....	52, 58ff., 61, 68
Pansen.....	11f., 29
Protein.....	16, 18ff., 23, 41f., 67
Säuglingsnahrung	45
Schafbutter	63f.
Schafmilchjoghurt	63, 69
Schafkäse	25, 64
Schafressen.....	9, 11
Vitamine	13
Wertigkeit, biologische	33ff., 36ff., 40ff., 68
Wiederkäuer.....	11f., 69
Ziegenmilch	18, 24ff., 30, 60f., 64, 70

Autorennotiz:

Brigitte Kengeter, Dipl. Oekotrophologin, verh., 3 Kinder, arbeitete zwei Jahre in der Produktentwicklung von „United Biscuits“ in London. Nach der Geburt ihrer Zwillinge Rückkehr nach Deutschland, wo ihr drittes Kind geboren wurde. Jetzt wieder in London lebend. Durch ihr Elternhaus – Der Großvater war Demeter-Landwirt – lag ihr Interesse immer schon im alternativen Ernährungssektor.

Bücher



Alex Beck, Petra Kühne, Friedrich Sattler:

Milch und Milchprodukte heute - Aspekte zur Demeter-Milch

Qualität und Zusammensetzung der Milch - Wie wird Milch verarbeitet? Milch als Lebensmittel der Mitte - Gesundheitliche Aspekte - Problem Milch? - Bildschaffende Untersuchungsmethoden

1. Aufl. 1998, 56 S., kart..... 6,20 Euro



Brigitte Kengeter:

Die Bedeutung von Ziegenmilch für die menschliche Ernährung

Gewinnung von Ziegenmilch – Zusammensetzung der Milch – Ziegenmilch und das Allergierisiko – Ziegenmilchprodukte und ihre Bedeutung im konventionellen und Bio-Markt

Literaturrecherche

Arbeitskreis für Ernährungsforschung Bad Vilbel

2003, 80 S. kart..... 4,00 Euro



Petra Kühne:

Säuglingsernährung

Muttermilch - Flaschennahrung - Beikost - Spezielle Fragen zu Eiweiß, Eisen, Fett bei vegetarischer Kost - Kleinkindnahrung im 2. Lebensjahr - Ratschläge zur Diät - Rezepte, auch milchfreie

Arbeitskreis für Ernährungsforschung Bad Vilbel

8. Aufl. 2002, 104 S. kart., foliert..... 9,90 Euro

zu beziehen: AKE, Niddastr. 14, 61118 Bad Vilbel, Fax 06101-52 18 86,
Email: Ak-ernaehrung@t-online.de Homepage: www.Ak-ernaehrung.de